

金線連之組織培養與馴化栽植

何政坤 張淑華 陳振榮

摘 要

採集臺東地區之金線連蒴果播種於 $\frac{1}{2}$ MS (Murashige & Skoog, 1962) 及 KC (Knudson, 1964) 培養基, 結果以未裂之蒴果種子在 $\frac{1}{2}$ MS 可發芽成小苗, 而 KC 則僅發芽成球體。另取採集自奮起湖之種子苗, 經 2 年不加生長激素之繼代培養苗, 切取節段在固體及液體 MS 添加 0.5ppm NAA 及 0.1 至 0.5ppm BA 組合之培養基培養 3 個月, 並以不加生長激素之 $\frac{1}{2}$ MS 及 KC 固體培養基做為對照, 結果以添加 3ppm BA 之固體培養基及 0.1ppm BA 液體培養基生長最佳, 可誘導出多芽數達 5.0 及 7.8 個, 重量由原來之 3.5mg 增至 3.4 及 4.4g, 而 $\frac{1}{2}$ MS 及 KC 培養基之苗重僅 1g, 生長不良。

瓶苗馴化於 25°-31°C 變溫及 12,000, 10,000, 7,500, 3,500, 2,000 luxes 光度下 4 週, 結果以 3,500 及 2,000 luxes 最佳。將瓶苗分成 5 等級直接出栽於 25-33°C 變溫, 光度 13,000, 6,000, 4,000 lux, 生長於 9 種介質 2 個月至 3 個月, 結果以 6,000 至 4,000 lux 光度生長最佳, 以 4cm 苗高之適應性及生長最佳, 而以粗糠、蛇木屑、蛭石及堆肥之組合介質生長較佳。從以上馴化栽植試驗顯示, 金線連最高之適生溫度在 31°C 以下, 光度在 6,000 至 2,000 lux。

關鍵詞：金線連 組織培養 馴化

何政坤, 張淑華, 陳振榮 1987. 金線連之組織培養與馴化栽植, 林業試驗所研究報告季刊, 2(2): 83-105.

Tissue Culture and Acclimatization in *Anoectochilus formosanus* Hay.

Cheng-Kuen Ho Shu-Hwa Chang Zenn-Zong Chen

[Summary]

Capsules of *Anoectochilus formosanus* Hay. collected from in Taitung, Taiwan divided into mature and premature parts were seeded in both medium of $\frac{1}{2}$ MS and KC. The result showed that only premature seeds could germinate and seedlings in $\frac{1}{2}$ MS, but only protocorm like-body formed in KC.

The nodes of plantlet taken from the seedlings which subcultured in $\frac{1}{2}$ MS

and KC without adding growth regulators for two years were cultured in the solid and liquid MS medium supplemented with NAA 0.5ppm and BA 0.1ppm to 5ppm. The solid MS with NAA 0.5ppm and BA 3ppm and liquid MS with NAA 0.5ppm and BA 0.1ppm were recommended, because every node in these medium grew more buds (5.0 and 7.8 buds), more seedling weight (from the origin weight 3.5mg to 3.4g and 4.4g) than that in the 1/2MS and KC which seedling weight only 1g after 3 month growth.

To determine the adaptive environment of *A. formosanus*, the plantlets *in vitro* were acclimatized at alternating temperature 25-33°C and different light intensity from 2,000 to 12,000 lux and plantlets *in vitro* of five height classes were transplanted into 9 media at the same range of temperature and light intensity. From these experiment, it is suggested that the adaptive environment of *A. formosanus* are at 25-31°C temperature and 2,000 to 6,000 lux light intensity, and the better media are rice shell, crushed tree fern, vermiculite and compost.

Key words: *Anoectochilus formosanus* Hay. Tissue culture Acclimatization
Ho, C. K., S. H. Chang, and Z. Z. Chen. 1987 Tissue culture and acclimatization in *Anoectochilus formosanus* Hay. Bull. Taiwan For. Res. Inst. New Series. 2(2):83-105.

一、前 言

金線連 (*Anoectochilus formosanus* Hay.)，係蘭科的一種，自生於全省暖帶林海拔 200 至 1,800 公尺 (林讚標, 1978; 甘偉松等, 1985)。又名臺灣金線連或金線蓮，本文據甘偉松等 (1985) 之考證，正名為金線連。又依據甘偉松等 (1985) 之調查，本省年產金線連達 1,000 公斤，每公斤乾品達 1 萬元以上。目前資源日趨減少，民間極欲栽培，而各研究機構及農民無不積極發展組織培養方法以大量繁殖，並研究其栽培方法。雖然有關金線連之組織培養從種子之播種、及以整株幼苗、莖段、新芽做無性繁殖，或以液體震盪培養改變植株生理狀態及縮短芽體成苗時期，與出栽前瓶苗之健化、馴化及出栽後介質之探討，甚至栽培苗與野生苗形態、染色體及同位酵素差異之研究均有論及 (周惠慈等, 1982; 周惠慈, 1983) 1985; 甘偉松等, 1985; 陳雪貞, 1986)，但民間從瓶苗出栽養殖金

線連成功者却極為罕見。查其原因，係研究者多注重如何使芽體分化增殖量達到最大，而未探討如何使芽體分化同步化 (synchrony)，以減少芽體切割與移瓶次數，及瓶苗出栽馴化中，瓶苗品質與出栽環境及生長介質之關係，以致管內繁殖與管外出栽產生斷層。本研究即因此設計了以下六項試驗，期能建立金線連之栽培體系。

一、種子繁殖試驗：探討種子發芽難易之原因與形態發生，以供播種的參考以及了解金線連種子苗發育過程及品質，供出栽之參考。

二、KC 及 1/2MS 培養基對金線連不同苗高等級及每節段與莖狀體生長之影響：確實了解此二培養基之優劣，苗高生長速度、芽體誘導數等以供出栽苗之決定。

三、固體及液體 MS 添加 NAA 0.5ppm 及 BA 不同濃度組合對金線連節分化之影響：探討培養型式、生長素組合及培植體的選擇，對於金線連繁殖速率及瓶苗品質的影響，確立優良品質所需具

有之性狀，做為瓶苗品質及出栽鑑定之依據。

四、不同光度及介質對金線連生長之影響：瞭解金線連最適生長之光照強度，並以光照計量測以供不同環境栽培金線連光度調整之依據，以及何種介質組合最適金線連之生長。

五、金線連不同苗高等級出栽生長之影響：將瓶苗歸劃成 5 級，探討何種苗高等級最適合出栽，及出栽後之適應及生長最大。

六、不同光照強度及變溫處理對瓶苗馴化之影響：利用生長箱模擬外界環境、觀察瓶苗之變化，以確定馴化場及栽植場可栽植之溫度與光度之界限。做為栽植場設置之依據。

由以上試驗，希望能建立金線連大量育苗、苗品質鑑定、瓶苗馴化、栽植場最佳生長之光度與溫度標準，及栽植介質之選擇以供栽植之參考。

二、材料與方法

試驗一：金線連種子無菌播種

材料：採集臺東地區野生金線連種子作為試驗材料

方法：將完全成熟裂開蒴果之金線連種子，及未裂開之蒴果，以 0.5% 次氯酸鈉 (NaOCl) 溶液加數滴 Tween20，在超音波震盪器中，震盪消毒 10 分鐘後，從蒴果裂開之種子倒入附有濾紙之漏斗中，以無菌水洗滌 3 次，再以滴管吸出種子，播於培養基上；未裂開之蒴果，則以無菌水洗 3 次後，切開蒴果，取出種子，播於含培養基之 50cc 三角瓶，因金線連蒴果大小不一，故播種時，視蒴果種子含量之多寡，每三角瓶播 1 或 2 個蒴果種子，再滴數滴無菌水以利種子發芽。培養基以 MS (Murashige and Skoog, 1962) 之大量元素 (macroelements) 減半其餘成分不變的 1/2 MS 培養基及修正過的 Kundson C. (Kundson, 1946) 培養基 (見表 1) 以下簡稱 KC, pH 均調為 5.7, 在 25° ± 2°C 恆溫，光照強度 3,500 lux, 10 小時日光燈日長下培養，觀察金線連種子發芽情形。

表 1 金線連種子無菌播種及微體繁殖所採用的修改過 Kundson C 培養基配方

| <u>Macroelements: (mg/l)</u> | | <u>Organic compounds: (mg/l)</u> | |
|--|-------|----------------------------------|------|
| Ca(NO ₃) ₂ ·4H ₂ O | 1000 | Myo-inositol | 100 |
| (NH ₄) ₂ SO ₄ | 500 | Glycine | 2 |
| KH ₂ PO ₄ | 250 | Nicotinic acid | 0.5 |
| MgSO ₄ ·7H ₂ O | 250 | Pyridoxin·HCl | 0.5 |
| FeSO ₄ ·7H ₂ O | 25 | Thiamine·HCl | 0.1 |
| <u>Microelements: (mg/l)</u> | | | |
| MnSO ₄ ·4H ₂ O | 22.3 | Sucrose | 3% |
| ZnSO ₄ ·4H ₂ O | 8.6 | pH value | 5.8 |
| HBO ₃ | 6.2 | Agar | 9g/l |
| KI | 0.83 | | |
| Na ₂ MoO ₄ ·2H ₂ O | 0.025 | | |
| CoCl ₂ ·6H ₂ O | 0.025 | | |

試驗二：KC 及 1/2MS 培養基對不同苗高等級及每段節與莖狀體生長之影響

材料：民國72年於奮起湖一帶採集之金線連種子，經1/2 MS 培養基播種發芽後，以 1/2MS 或 KC 培養基，每2~4個月定期繼代培養兩年之金線連瓶苗，分別切取(1)3.5~4公分大小之小苗，(2)1.5~2公分大小之小苗，(3)健壯苗的節，(4)0.5—1公分大小的綠色莖狀體，等四種培植體作為試驗材料。

方法：將上述四種培植體，分別培養於 KC 及 1/2 MS 培養基中，每種處理放10株或10個上述材料，重複3次，在25°±2°C 恆溫，3,500 lux，10小時日光燈日長下培養，每個月記錄(1)、(2)項培植的苗生長量，及(3)、(4)項培植體的新芽或莖數，其觀察3個月，以比較 KC 及 1/2MS 對金線連苗生長及分化的影響。

試驗三：固體及液體MS培養基添加NAA0.5ppm 及 BA不同濃度組合對金線連每節培養分化之影響

材料：取上述試驗結束後，苗高約8公分，莖粗0.15公分，健壯且整齊之小苗，切除頂芽，葉片及根後，將剩下之莖，依節切段，作為試驗材料，每節段的重量約為3.5毫克。

方法：將節平放於(1)含 ANN (α -naphthalene-acetic acid) 0.5 ppm，組合 BA (6-Benzyladenine) 0.1—5ppm 的 MS固體或液體培養基。(2)不含生長素之 1/2MS 及 KC 培養基，共12種處理，每種處理放6個節，重複3次。培養環境同試驗二，培養3個月，每個月調查總芽數(每個節總共產生的不定芽數)、分化後每節芽數(不定芽形成後之所有節再分化之不定芽數之均值)、支徑數(具二節以上之不定芽數)、發根數、平均根長、苗高、最大苗徑、苗重、葉片數、葉長及葉寬。

試驗四：不同光度及介質對金線連生長之影響

材料：取試驗二以1/2MS 培養之金線連瓶苗高約2~2.4公分 720株，洗淨瓊脂 (Agar) 後，移植於裝填有蛇木屑、粗糠、真珠石、蛭石及牛糞堆肥不等比例混合介質(如方法內所述)之保力龍盒(19公分長、12公分寬、5公分高)，每盒10株。

方法：試驗採裂區設計，主區為光照強度計 100%、50%及25% 3種光照強度(即不搭遮光網、搭50%及75%遮光網)，副區有8種混合介質：(1)蛇木屑加1/3牛糞堆肥，(2)粗糠加1/3牛糞堆肥，(3)真珠石加1/3牛糞堆肥，(4)蛭石加1/3牛糞堆肥，(5)真珠石加蛭石加蛇木屑加牛糞堆肥等比例混合，(6)蛭石加蛇木屑加牛糞堆肥等比例混合，(7)真珠石加蛭石加牛糞堆肥等比例混合，(8)真珠石加蛇木屑加牛糞堆肥等比例混合，每處理苗木各10株，重複3次。全部試區設於育林系二樓屋頂搭蓋玻璃纖維浪板之蔭棚內。光照強度在正午時為室外強度之 1/10，故100%全光之實際光照強度約在12,000 至15,000 lux 間，50%光照約在 5,000至 7,000 lux，25%光照約為 2,500 至 4,000 lux。栽植日期為74年4月10日至7月2日約3個月，依據臺北地區氣象記錄，74年旬報表4月溫度在 17°C 至 27°C 間，日照時間平均每日不到4小時，5月、6月溫度開始升高，溫度在 24°C 至 33°C 變化，日照時間亦增長。栽植方式係將栽植金線連之保力龍盒苗置於60×45公分離地20公分之鐵絲網框架上，木架地下鋪設麻袋，維持潤濕狀態以保持濕度。試驗期間調查金線連之苗高(苗高之調查係以介質表面至頂芽高度為準，故苗高比瓶苗高少約 1 cm)、葉片數及存活率，每隔10天以 Peters (N:P:K=30:10:10) 1000 倍葉面施肥一次。統計分析時，存活率均經轉換角度

值後再予分析。

試驗五：不同金線連苗高等級出栽生長之影響

材料：取試驗三以 MS 添加 NAA 0.5 ppm 及 BA 3ppm 固體培養基培養之 5 種苗高等級之瓶苗，洗淨瓊脂後，移植於裝填蛭石之保力龍內。

方法：試驗設計為完全逢機區集設計，以 5 種苗高：
 1. 平均 4 公分帶根苗，2. 平均 3 公分帶根苗，3. 平均 2.4 公分帶根苗，4. 平均 2.4 公分無根苗，5. 平均 1.5 公分無根苗。每保力龍盒栽植 1、2、3 苗級 20 株，4、5 苗級 35 株，重複 3 次。試驗時間為 75 年 7 月 14 日至 9 月 23 日。每月調查苗高（因每月均須移苗、清洗調查，故苗高之量取係從扦插苗切口處至頂芽之高度）、平均發根數（指發根苗之每株平均發根數）、平均發根總長（指發根苗之每株平均發根總長）、每月植株之存活率及新發根率（指新發根植株之百分率，新發根之定義為檢查植株之當月以白嫩未木化，根長超過 0.2mm 為準）。每天以花寶 1 號 (N:P:K=7:6:19) 3,000 倍液面施肥 3 至 4 次。栽植於 25°C 至 31°C 室內波動溫度及日光燈強度 4,500 lux，每日 10 小時光照，罩有透明塑膠布以維持濕度之環境內。統計分析時，存活率及發根率均經轉換角度值後再予分析。

試驗六：不同光照強度及溫度處理對金線連瓶苗馴化之影響

材料：取試驗三以 MS 添加 NAA 2ppm 及活性

碳 3g/l 之金線連苗高約 3 公分之瓶苗 15 瓶，每瓶苗內約有 40 株苗。

方法：試驗設計為完全逢機區集，處理之光照強度有 5 種，各為栽植場光照強度約 15,000 lux 至 10,000 lux；生長箱內調整之 8 小時光照強度：10,000、7,500 及 2,000 lux 3 種，其溫度變化為 8 小時 32°C，6 小時 26°C，另外一種為在培養室恒溫 25° ± 2°C，光照 3,500 lux 10 小時之對照組。每一處理各放置 3 瓶苗，馴化 3 週，再一齊置於栽植場一週。馴化期間為 75 年 7 月 22 日至 8 月 18 日。栽植場之設置為覆蓋透明塑膠布隧道式蔭棚，上覆 75% 遮光網，四週為樹木及建築物，每日光照時間約 4 小時，正午光照最強，約 10,000 至 15,000 lux，餘白天無日照時間僅約 2,000 至 4,000 lux，馴化時間以自計式溫濕度計記錄溫度變化為 27°C 至 33°C 之變溫。馴化 4 週後，調查瓶苗內植株之枯死與莖基葉片黃化率（莖基葉部黃化苗數 / 全部瓶苗數）及苗高。

三、結 果

試驗一：金線連之無菌播種

金線連無菌播種，蒴果熟裂與否及培養基組成對發芽的影響結果見表 2。由表 2 顯示，金線連種子的發芽，與培養基的組成沒有多大的關係，而是受蒴果熟裂與否影響。但發芽後莖狀體的形成，則受培養基組成的影響，播於 1/2 MS 的金線連種子，可發芽形成芽球後，芽球繼續發育成具有多節之莖

表 2 金線連蒴果熟裂與否及培養基組成對種子發芽的影響

| 蒴果成熟度 | 1/2MS | | | KC | | |
|-------|--------|------|--------|--------|------|--------|
| | 總共播種瓶數 | 發芽瓶數 | 具莖狀體瓶數 | 總共播種瓶數 | 發芽瓶數 | 具莖狀體瓶數 |
| 蒴果熟裂 | 10 | 1 | 0 | 10 | 0 | 0 |
| 蒴果未裂 | 20 | 6 | 6 | 24 | 8 | 0 |



圖 1 未成熟種子播種於 1/2MS 及 KC 發芽之情形

狀體，再由莖狀體長出葉及根。但在 KC 培養基中，種子發芽後，一直停留在芽球體中（見圖 1）。

試驗二：KC 及 1/2MS 對不同苗高等級及每段節與莖狀體生長之影響

比較在 KC 及 1/2MS 中苗的生長與莖狀體的分化情形（見表 3）。可發現 KC 及 1/2MS 不論在苗的生長或節及莖狀體的分化都沒有在統計上有無明顯差異，一株 3.5 公分的小苗經 3 個月的培養可長高 4 公分左右，1.5 公分小苗則可長高 2 公分。對於芽體的分化數目，不論節或莖狀體，1/2MS 及 KC 效果都不佳。觀察由節及莖狀體長出的莖，可發現節光長出芽體，繼而芽體長大，而後抽出葉片，比莖狀體形成的莖、葉都粗且大得多。

試驗三：固體及液體 MS 添加 NAA 0.5ppm 及 BA 不同濃度組合對金線每節培養分化之影響。

表 4 是固體及液體 MS 培養基添加 NAA 0.5

ppm 及 BA 0.1 至 5 ppm 對金線連每節發育生長之比較表，並以不添加生長激素之固體 KC 及 1/2MS 培養基做為對照。從表 4 可以看出無論是固體或液體培養基，其發生多芽最高的時期在 3 月的時候，最高的為液體 MS 培養基添加 NAA 0.5 ppm 及 BA 3ppm，每節發生之總芽數平均可達 8.3 個芽（其變域為 10.5~4.5 個芽）。而對照組之固體 KC 及 1/2MS 培養基在培養 2 個月時幾已達最高峯，在第三個月時新發生的芽數並不多，且在苗高、苗徑、苗重及葉片等之苗木品質均屬最劣，故無論在誘導多芽以供大量繁殖及成苗品質之培養均非最好之培養基。而 MS 培養基中，又以液體培養最佳，尤其是液體 MS 添加 NAA 0.5ppm 及 BA 3ppm 在總芽數，分化後每節芽數、支徑數等均顯著優於其他處理。其次為液體 MS 添加 NAA 0.5 ppm 及 BA 1ppm，雖然其支徑數略低，但其苗高最高，顯示其分化之支徑均頗長，而且其根

表 3 不同苗高等級及每段節與莖狀體在 KC 及 1/2MS 培養基之生長情形

| 培養基 | 淨高生長量 (cm) | | | | | | 芽 體 數 | | | |
|-------|------------|------|------|-----------|------|------|-------|-----|---------|----|
| | 原苗高 3.5cm | | | 原苗高 1.5cm | | | 每節 | | 1cm 長根莖 | |
| | 1月 | 2月 | 3月 | 1月 | 2月 | 3月 | 2月 | 3月 | 2月 | 3月 |
| KC | 0.60 | 2.30 | 4.03 | 0.24 | 1.04 | 2.12 | 0.5 | 0.6 | 1.3 | 2 |
| 1/2MS | 0.73 | 2.32 | 4.24 | 0.48 | 1.30 | 2.23 | 0.7 | 0.6 | 1.6 | 2 |

表 4 固體及液體 MS 培養基添加 NAA 0.5ppm 及 BA 不同濃度組合培養一節金線連之各生長性狀均值及鄧肯氏多變域分析

| 培養基 | NAA ppm | BA ppm | 培養 3 月後 | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|---------|--------|----------------|----------------|---------|--------------|------------|-----------|------------------|------------|--------------|-----------|------------|------------|------------|
| | | | 培養 1 月後 總芽數 | 培養 2 月後 總芽數 | 總芽數 | 分化後之 每節芽數 | 支徑數 (支) | 根數 (支) | 平均 根長 (cm) | 苗高 (cm) | 最大苗徑 (cm) | 苗重 (g) | 葉片數 (片) | 葉長 (cm) | 葉寬 (cm) |
| 固體MS | 0.5 | 0.1 | 0.5 cd | 1.6 | 3.2 bc | 1.3 b | 1.7 bc | 0.6 cd | 0.47 abcd | 1.6 b | 0.25 abc | 2.04 cd | 3.8 bc | 0.84 abc | 0.39 cd |
| | 0.5 | 0.5 | 1.0 ab | 1.9 | 2.6 bc | 1.0 b | 2.0 bc | 1.9 a | 0.80 ab | 2.7 ab | 0.31 ab | 3.13 abc | 6.0 ab | 1.48 ab | 0.90 a |
| | 0.5 | 1 | 0.7 bc | 1.8 | 3.3 bc | 1.2 b | 2.4 abc | 0.8 bcd | 0.63 abc | 2.1 b | 0.32 ab | 2.67 bc | 5.2 abc | 1.97 a | 0.61 bc |
| | 0.5 | 3 | 0.3 cd | 2.3 | 5.0 abc | 3.8 ab | 4.6 ab | 0.3 cd | 0.37 abcd | 2.3 ab | 0.35 ab | 3.25 abc | 9.4 a | 1.17 abc | 0.55 bc |
| | 0.5 | 5 | 0.2 d | 2.0 | 4.3 abc | 1.8 b | 3.4 abc | 0.2 cd | 0.10 cd | 1.7 b | 0.33 ab | 2.89 bc | 7.4 ab | 0.94 abc | 0.24 de |
| 液體MS | 0.5 | 0.1 | 1.2 a | 3.4 | 7.8 a | 2.7 ab | 2.6 abc | 1.7 ab | 0.97 a | 3.3 a | 0.29 ab | 4.39 a | 4.9 abc | 0.62 bc | 0.42 cd |
| | 0.5 | 0.5 | 1.1 ab | 2.2 | 6.7 ab | 4.5 ab | 2.5 abc | 0.3 cd | 0.27 bcd | 2.2 ab | 0.38 a | 3.77 ab | 5.2 abc | 0.88 abc | 0.18 de |
| | 0.5 | 1 | 1.1 ab | 2.4 | 6.8 ab | 2.4 ab | 3.8 abc | 0.1 d | 0.07 cd | 2.0 b | 0.36 ab | 3.82 ab | 6.9 ab | 0.47 bc | 0.19 de |
| | 0.5 | 3 | 1.0 ab | 1.7 | 8.3 a | 6.4 a | 5.6 a | 0.0 d | 0.00 d | 1.8 b | 0.37 a | 4.11 ab | 4.8 abc | 0.31 bc | 0.20 de |
| | 0.5 | 5 | 0.7 bc | 0.4 | 1.8 c | 1.4 b | 1.5 bc | 0.0 d | 0.00 d | 0.5 c | 0.11 c | 0.60 e | 0.3 c | 0.07 c | 0.05 e |
| 固體KC | 0 | 0 | 0.9 ab | 1.3 | 1.2 c | 1.0 b | 1.0 c | 1.2 abc | 0.9 a | 1.7 b | 0.23 abc | 0.99 de | 2.7 bc | 0.77 abc | 0.77 ab |
| 固體 $\frac{1}{2}$ MS | 0 | 0 | 0.3 cc | 1.0 | 1.0 c | 1.0 b | 1.0 c | 1.0 abcd | 0.4 abcd | 1.5 bc | 0.20 bc | 1.08 de | 3.2 bc | 0.78 abc | 0.43 cd |
| F 值 | | | 8.33*** | 0.75 | 3.76** | 1.78 | 2.22 | 5.29** | 4.17** | 4.37** | 3.38* | 10.03** | 2.67** | 2.00 | 10.71** |

註: 1.表內英文字母 a, b, ……表示, 依鄧肯氏多變域分析顯示, 凡字母不同者只顯著差異。

2.表內數值為 3 重複之平均值。

、葉的分化亦頗佳，故其苗重亦最高。從圖 3 及圖 4 即可比較出二者之差異，BA 0.1 ppm 之支徑數（2 個節以上）雖少於 BA 3 ppm，但前者節間長，較易發育成苗株，而後者芽多而節間短，需要再移瓶於無或低濃度生長激素之培養基分化成苗。固體 MS 雖多不如液體 MS，唯在統計上，固體 MS 添加 NAA 0.5 ppm 及 BA 3 ppm 在總芽數、分化後之每節芽數、支徑數與液體 MS 並無顯著差異，然其葉片數最多，對於苗株之成長與提早出栽頗為有利。

以形態發生而言，培養基添加生長素可促進節分化較多不定芽，且在 NAA 0.5 ppm 下，不同的 BA 濃度會影響節上不定芽的發生形態，其所導致金線連節的各種不定芽發生，如圖 2。在低濃度的 BA (0.1 ppm) 培養基中，其不定芽的形成，多由節上長出 1~2 個不定芽，待此不定芽抽長後，再由不定芽的節上，形成 1~2 個新的不定芽，且有時有根的分化，如圖 3，而在高的 BA 濃度 (3 ppm) 下，不定芽的產生，多由原來的節上長出一個不定芽後，此不定芽上第一個節膨大，而後

在此節上分化出許多芽體、芽體叢生、肥大，但少抽長，且無根的形成，如圖 4。當 BA 濃度過高 (5 ppm)，則芽的誘導受抑制，但此濃度下，固體培養所受的抑制作用，不如液體培養的嚴重。

在固體與液體震盪之添加生長素的培養基中，以液體震盪培養誘導之多芽體數、每節芽數、支莖數、最大苗徑與苗重均顯著優於固體培養。而液體震盪培養中又以添加 NAA 0.5 ppm 與 BA 0.1 ppm 及 BA 3 ppm 處理在總苗數及苗重之表現最佳。但在其他發芽品質每節芽數、支徑數及最大苗莖，前者處理均不如後者，此乃由於兩者不定芽的形態發生不同，在前者培養基培養 3 個月後，每個芽體都抽長，含葉片，甚而有根的形成，如圖 5，雖苗徑較小，但將芽體分割後移入固體培養基，很快便可出栽，甚而已經具根、莖、葉之完整植株，分割後即可出栽。而後者，由於芽體小且叢生，分割不易，且需再繼代培養使芽體長大，再分化根後，才可出栽。固體培養基中，除了發根及葉生長情形外，其餘各項，都以含 NAA 0.5 ppm, BA 3 ppm 最佳，其不定芽的分化情形見圖 6。

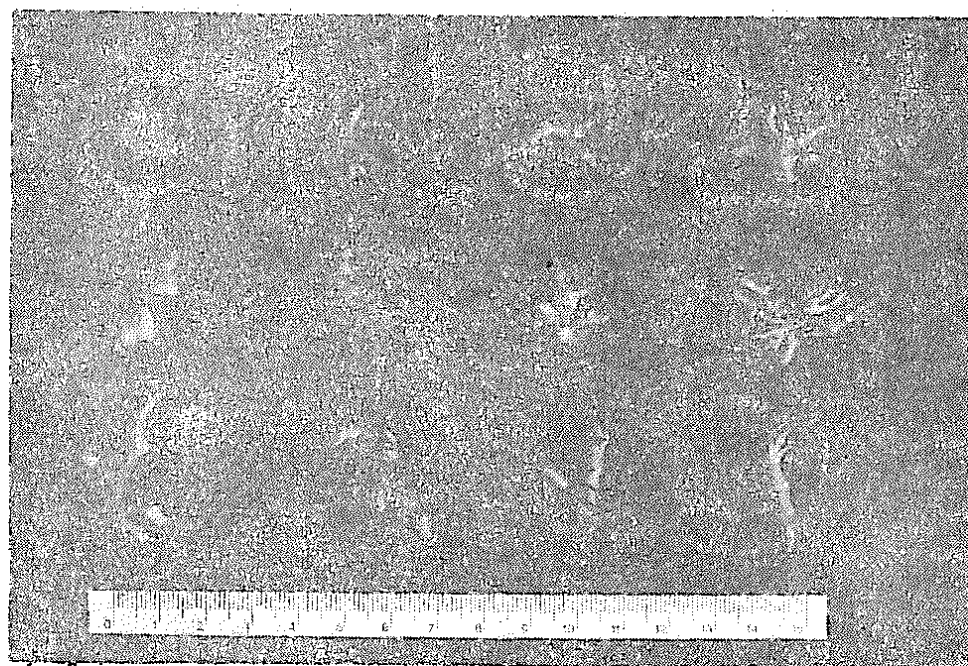


圖 2 MS 添加 NAA 0.5 ppm 及 BA 0.1-5 ppm 對單節多芽分化之情形

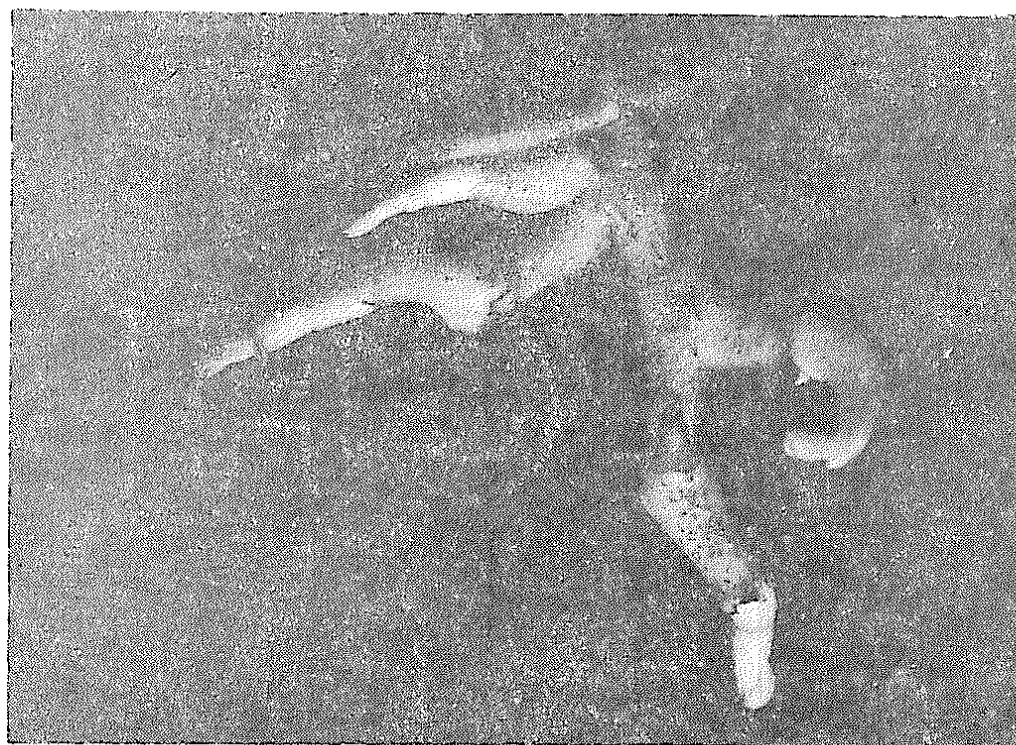


圖 3 MS 添加 NAA 0.5 ppm 及低濃度 BA (0.1ppm) 下對金線連單節分化之影響

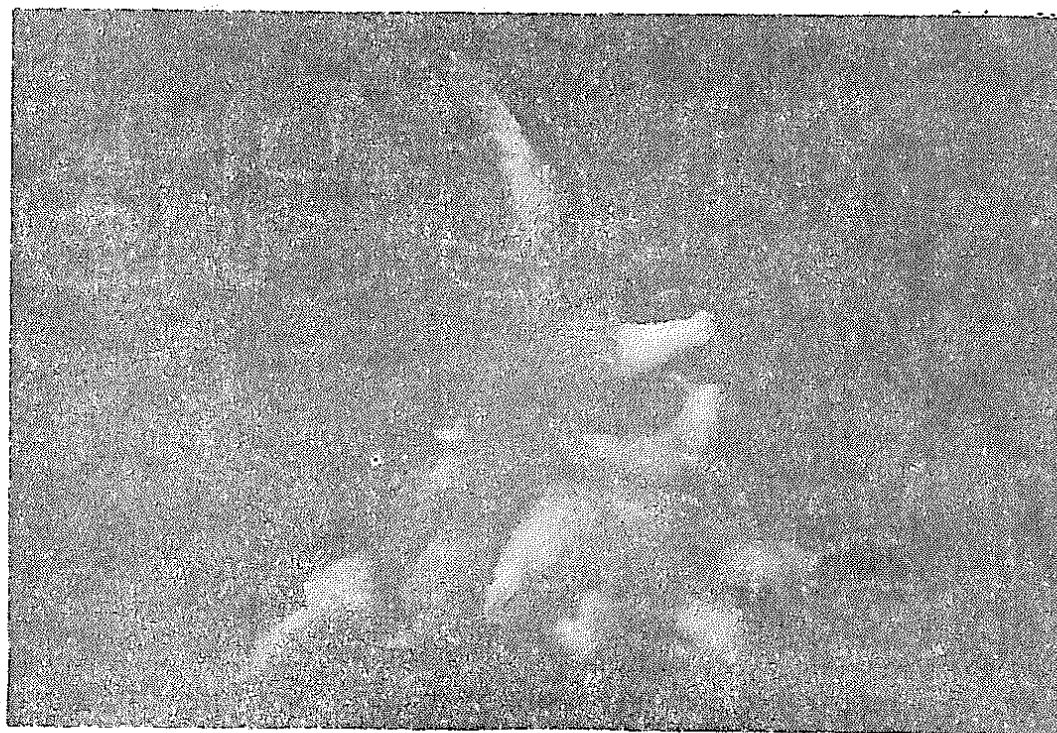


圖 4 液體 MS 添加 NAA 0.5 ppm 及高濃度 BA (3 ppm) 對單節分化之影響



圖 5 液體培養金線蓮 6 個單節於 MS+NAA 0.5 ppm+BA 0.1 ppm 下
三個月不定芽生長情形

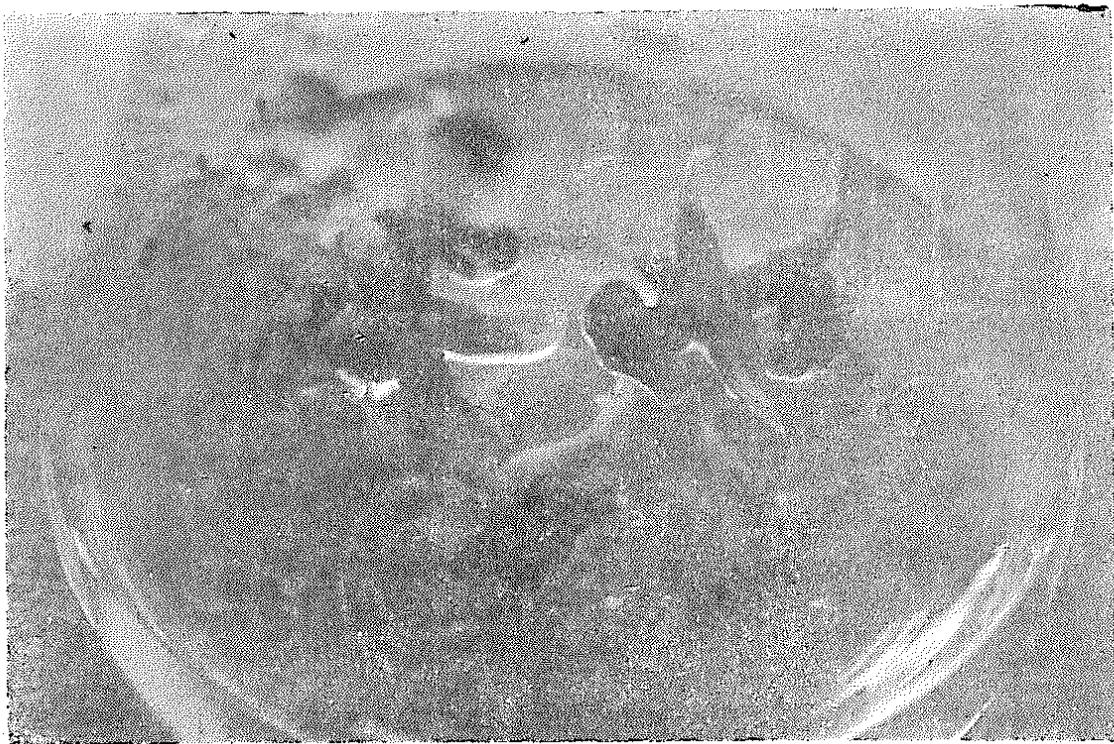


圖 6 固體培養於 MS+NAA 0.5 ppm+BA 3 ppm 下，單節分化之情形

表 5 固體及液體 MS 培養基添加 NAA 0.5ppm 及 BA 不同濃度組合培養一節金線之各生長性狀間的相關分析

| | 培養 1 月後 總芽數 | 培養 2 月後 總芽數 | 培養 3 月後 | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|----------------|----------------|---------|-----------------|--------|--------|-----------|--------|------------------|--------|------|------|--|--|--|--|--|--|
| | | | 總芽數 | 分化後 每節芽 數 | 支莖數 | 發根數 | 平均 發根長 | 苗高 | 最 苗 大 徑 | 苗重 | 葉片數 | 葉長 | | | | | | |
| 培養 2 月後 總芽數 | 0.35 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 培養 3 月後 總芽數 | 0.35 | 0.14 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 分化後之 每節芽數 | 0.22 | 0.14 | 0.77** | | | | | | | | | | | | | | | |
| 支莖數 | 0.01 | 0.10 | 0.69** | 0.81** | | | | | | | | | | | | | | |
| 發根數 | 0.19 | 0.13 | -0.05 | -0.24 | -0.22 | | | | | | | | | | | | | |
| 平均發根長 | 0.14 | 0.43* | -0.13 | -0.20 | -0.19 | 0.74** | | | | | | | | | | | | |
| 苗高 | 0.27 | 0.04 | 0.27 | 0.08 | 0.10 | 0.53** | 0.49** | | | | | | | | | | | |
| 最大苗徑 | 0.25 | 0.20 | 0.45 | 0.37* | 0.45* | -0.09 | 0.04 | 0.48** | | | | | | | | | | |
| 苗重 | 0.26 | -0.06 | 0.69** | 0.43* | 0.47** | 0.14 | 0.09 | 0.74** | 0.64** | | | | | | | | | |
| 葉片數 | -0.15 | 0.09 | 0.53** | 0.50** | 0.68** | 0.06 | -0.02 | 0.40* | 0.48** | 0.55** | | | | | | | | |
| 葉長 | -0.11 | -0.12 | -0.19 | -0.18 | -0.10 | -0.21 | 0.30 | 0.32 | 0.34 | 0.12 | 0.16 | | | | | | | |
| 葉寬 | 0.07 | 0.41* | -0.37* | -0.35 | -0.29 | 0.54** | 0.60** | 0.35 | 0.10 | -0.09 | 0.05 | 0.40 | | | | | | |

*: 5%顯著平準

** : 1%顯著平準

表 5 是固體、液體 MS 培養基添加生長激素對金線連每段節發育生長各性狀間之相關分析表。從表 5 可明顯看出生長 1 個月及 2 個月與生長 3 個月之芽數間並不顯著相關，亦即金線連芽體之分化均集中在第 3 個月，而最有價值的是分化出之植株品質——苗徑及苗重均與分化出來之總芽數、每節芽數、支莖數及葉片數呈顯著至極顯著之正相關。由此可知，所誘導出之大量芽體都非常健壯，對於未來芽體之生長甚有助益。

試驗四：不同光照強度及介質對金線連生長之影響

本試驗進行之初，因 1 月份室外溫度低於 27°C，且日照時間又短，故試驗苗皆未經馴化，即逕行移植至各種介質。植株在各種介質及不同光度下生長 3 個月後，各處理間生長資料之均值及鄧肯氏多變域分析結果，示如表 6 及表 7。由表 6 可知，金線連 3 月生苗高淨生長與淨生長葉數之最佳生長介質為蛇木屑加牛糞堆肥（各為 0.5cm 及 0.6 片）

、粗糠加牛糞堆肥（各為 0.6cm 及 0.3 片）、蛭石加蛇木屑加牛糞堆肥（各為 0.5cm 及 0.6 片）、及眞珠石加蛭石加牛糞堆肥（各為 0.6 及 0.9 片）。另由表 7 可知，淨生長苗高及淨生長葉數在全光照下生長最劣，各為 0.2cm 及 0.5 片，存活率亦最低（僅 45.7%），尤其淨生長葉數且呈負值，顯示光照對金線連葉片影響極大。在 50% 及 25% 光照間，雖然在淨生長苗高及存活率間，兩者差異不顯著，係在淨生長葉數間差異顯著，顯示 25% 光照苗有徒長現象，故以 50%（約 6,000 lux）之光照強度生長最佳（淨生長苗高 0.4cm，淨生長葉數 1.1 片），而光度超過 12,000 lux 以上，金線連生長呈停滯之現象，且死亡率增加。

為進一步瞭解金線連在不同光度與介質間各生長性狀間之關係，經相關分析（表 8），結果顯示淨高生長、淨生長葉數及存活率相互之間均呈極顯著相關，而此三者與 3 月生苗高與葉數亦呈極顯著

表 6：金線連在不同介質下生長 3 個月之苗高、葉片數及存活率均質與鄧肯氏多變域分析

| 介 質 | 初植苗高 (cm) | 3 月生苗高 (cm) | 淨生長苗高 (cm) | 初 植 苗葉數 (片) | 3 月生 苗葉數 (片) | 3 月生苗淨 生長葉數 (片) | 存活率 (%) |
|-----------------------|--------------|----------------|---------------|-------------------|--------------------|-----------------------|------------|
| 1.蛇木屑+1/2牛糞堆肥 | 1.0 | 1.5 | 0.5 abc | 2.6 | 3.2 | 0.6 ab | 76.5 |
| 2.粗糠+1/2牛糞堆肥 | 0.9 | 1.5 | 0.6 a | 2.9 | 3.1 | 0.3 ab | 71.5 |
| 3.真珠石+1/2牛糞堆肥 | 1.0 | 1.4 | 0.4 bcd | 2.8 | 2.9 | 0.1 b | 68.7 |
| 4.蛭石+1/2牛糞堆肥 | 1.1 | 1.3 | 0.2 d | 2.8 | 3.1 | 0.3 ab | 59.5 |
| 5.真珠石+蛭石+蛇木屑 +牛糞堆肥 | 1.6 | 1.8 | 0.2 d | 3.1 | 3.2 | 0.1 b | 65.3 |
| 6.蛭石+蛇木屑+牛糞堆肥 | 1.2 | 1.7 | 0.5 ab | 2.7 | 3.2 | 0.6 ab | 77.0 |
| 7.真珠石+蛭石+牛糞堆肥 | 1.1 | 1.7 | 0.6 ab | 2.6 | 3.5 | 0.9 a | 77.1 |
| 8.真珠石+蛇木屑+牛糞堆肥 | 1.2 | 1.5 | 0.3 cd | 2.9 | 3.3 | 0.4 ab | 69.2 |

註：表內英文字母表示依鄧肯氏多變域分析，凡字母不同者具顯著差異（5%顯著水準）

表 7：金線連在不同光照強度下生長 3 月之苗高、葉片數及存活率均值與鄧肯氏多變域分析

| 光熱強度 (%) | 初植苗高 cm | 3 月生苗高 cm | 淨生長苗高 cm | 初植苗葉數 (片) | 3 月生 苗葉數 (片) | 3 月生苗淨 生長葉數 (片) | 存活率 (%) |
|-------------|------------|--------------|-------------|--------------|--------------------|-----------------------|------------|
| 100 | 1.1 | 1.3 | 0.2b | 2.8 | 2.4 | -0.5 c | 45.7 b |
| 50 | 1.2 | 1.6 | 0.4 a | 2.7 | 3.8 | 1.1 a | 83.6 a |
| 25 | 1.1 | 1.6 | 0.5 a | 2.8 | 3.4 | 0.6b | 78.0 a |

註：表內英文字母表示，依鄧肯氏多變域分析，凡字母不同者具顯著差異（5%顯著水準）。

表 8：金線連在不同光度與介質生長 3 個月後，各生長性狀間之相關分析

| | 初植苗高 | 3 月生苗高 | 淨生長苗高 | 初植葉數 | 3 月生葉數 | 淨生長葉數 |
|---------|--------|--------|---------|---------|--------|--------|
| 3 月生苗高 | 0.57** | | | | | |
| 淨生長苗高 | -0.24 | 0.66** | | | | |
| 初 植 葉 數 | 0.50** | 0.00 | -0.45** | | | |
| 3 月生葉數 | 0.10 | 0.43** | 0.42** | -0.09 | | |
| 淨生長葉數 | -0.07 | 0.39** | 0.53** | -0.40** | 0.95** | |
| 存 活 率 | -0.12 | 0.29* | 0.45** | -0.31** | 0.57** | 0.63** |

**：1%顯著水準

相關，顯示金線連 3 月生苗之生長趨勢為苗高增加，葉數與存活率均隨之增加，但淨生苗高、葉數及存活率與初植葉數均呈極顯著負相關，主要因為本試驗移植時未經馴化，葉數多之苗極易受環境變化

之影響，尤其是全光照下葉數反減少（如表 7 所示），故瓶苗在出栽前，仍必須經馴化之階段。

試驗五：不同金線連苗高等級出栽生長之比較

各種不同苗高及有根、無根瓶苗出栽於裝填蛭

石之保力龍盒，如圖7，2個月生長，所測得生長性狀之均值及鄧肯氏多變域分析結果，詳如表9，而各性狀間之相關分析則如表10所示。從這兩個表中可以發現，初植苗高愈大，其苗高生長也愈高，如表10所示，第1個月生苗高與第2個月生苗高間之相關係數高達0.98。至於第1個月苗高生長略為遲緩（淨生長苗高僅0.2cm），可能係生長環境改變（恆溫 $25^{\circ}\pm 2^{\circ}\text{C}$ 及光照度 3,500 lux 轉移至變溫 $31^{\circ}\text{C}/25^{\circ}\text{C}$ 白天/夜晚及光照度 45,000 lux），苗株為適應新環境而減緩生長速率。平均發根數及平均發根總長係以有發根之苗平均計算，故無根

苗之發根數與發根長各為1.3支至 1.8支及 0.8cm至1.3cm，看起來發根頗佳，實際新根發根率僅在 14.8 至 28.7%間，其餘70%以上多未發根。不過由於外罩透明塑膠布，濕度得以維持，又每日葉面施肥3次至4次，故雖無根，苗仍繼續成長。雖然這些無根小苗在發根總長、發根數及發根率均不如大苗（表10所示：苗高與平均發根數、發根總長呈極顯著正相關），但是其成活率都在80%以上，與大苗及根之有無均無直接相關，且苗高 2.4cm 之有根苗與無根苗無論苗高生長、平均發根數與發根總長及新發根率在 1 至 2 月之生長中均無顯著差異

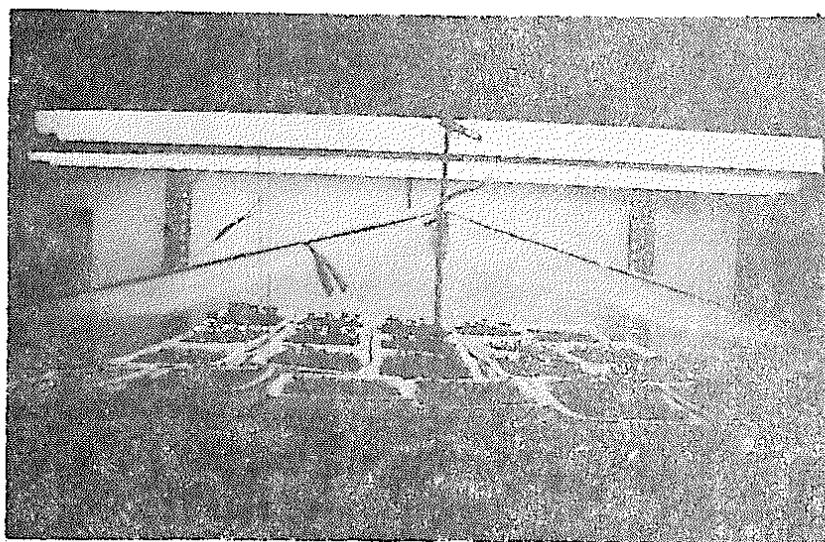


圖 7 金線連不同苗高等級栽植試驗

表 9：不同苗高等級金線連瓶苗出栽於溫度 $31^{\circ}/25^{\circ}\text{C}$ 變溫及 4500 lux 下之各項生長性狀均值與鄧肯氏多變域分析

| 苗高等級 | 苗高(cm) | | 平均發根數(支) | | 平均發根總長(cm) | | | 苗木存活率(%) | | 新發根率(%) | | 2月生苗總葉數(片) | |
|--------------|--------|-------|----------|--------|------------|-------|-------|----------|-------|---------|---------|------------|-----|
| | 1月 | 2月 | 初植 | 1月 | 2月 | 初植 | 1月 | 2月 | 1月 | 2月 | | | |
| 4.2cm 有根苗 | 4.4 a | 5.0 a | 2.0 a | 2.5 a | 2.6 a | 2.8 a | 3.0 a | 3.1 a | 100.0 | 92.0 | 73.0 a | 42.0 | 3.8 |
| 3.0cm 有根苗 | 3.2 b | 3.5 b | 2.3 a | 2.2 a | 2.3 ab | 1.4 b | 1.5 b | 1.5 b | 99.7 | 90.3 | 55.7 ab | 30.8 | 3.5 |
| 2.4cm 有根苗 | 2.8 bc | 3.0 c | 1.3 b | 1.8 b | 1.8 bc | 0.7 c | 0.8 c | 0.9 bc | 93.2 | 87.7 | 33.2 bc | 27.8 | 3.2 |
| 2.4cm 無根苗 | 2.4 c | 2.6 c | 0 c | 1.6 bc | 1.8 c | 0 d | 1.1 c | 1.3 bc | 97.0 | 94.7 | 23.7 bc | 26.1 | 3.8 |
| 1.6cm 無根苗 | 1.7 b | 1.9 d | 0 c | 1.3 c | 1.3 c | 0 d | 0.8 c | 0.8 c | 97.0 | 80.2 | 14.8 c | 25.0 | 3.3 |

註：表內英文字母表示，依鄧肯氏多變域分析，凡字母不同者具顯著差異。

(見表 9)，故一間 35m² 之空間，利用冷氣機控制白天的高溫，並維持高濕，即可做為苗高 2 公分苗級之馴化場所，估計大概可栽植約 9 萬株以上，

如有栽植場溫度在 25°至 31°C 變溫下，只要維持濕度及 4,000 lux 的光照，即可供為金線連繁殖之場所。

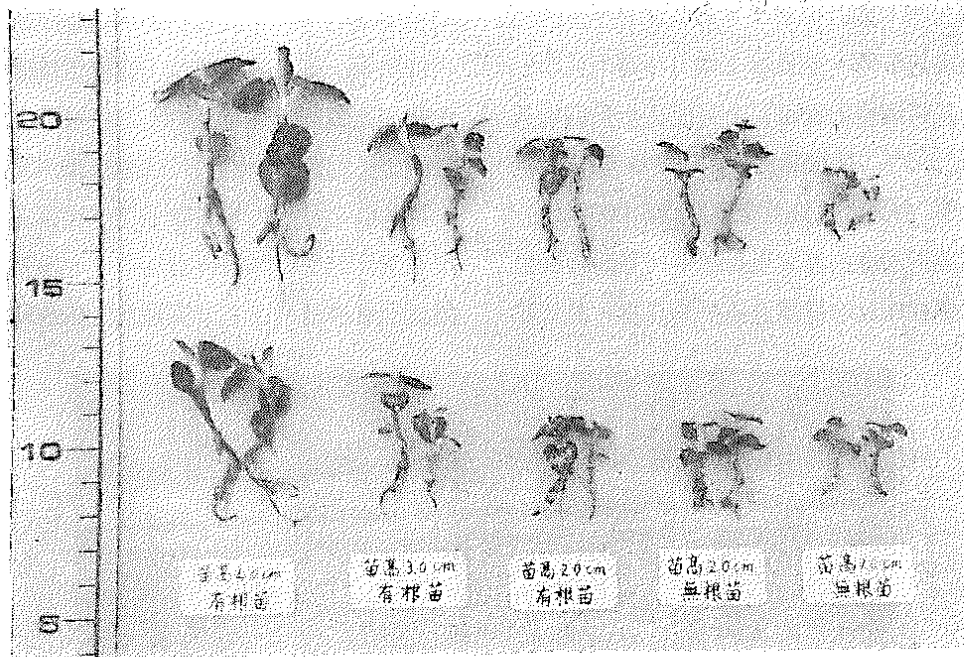


圖 8 金線連不同苗高等級生長 2 月後高生長與發根情形

表 10：不同苗高等級金線連 2 月生苗各項生長性狀間之相關分析

| | 苗 高 | | 平均發根數 | | | 平均發根總長 | | | 存活率 | | 1 月生之 新發根率 |
|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|---------------|
| | 1 月生 | 2 月生 | 初植 | 1 月 | 2 月 | 初植 | 1 月 | 2 月 | 1 月 | 2 月 | |
| 2 月 生 苗高 | 0.98** | | | | | | | | | | |
| 平均發根數 | 初植 | 0.73** | 0.72** | | | | | | | | |
| | 1 月 | 0.88** | 0.87** | 0.88** | | | | | | | |
| | 2 月 | 0.83** | 0.81** | 0.60* | 0.77** | | | | | | |
| 平均發根總長 | 初植 | 0.93* | 0.93** | 0.78** | 0.83** | 0.78** | | | | | |
| | 1 月 | 0.90** | 0.91** | 0.58* | 0.77** | 0.79** | 0.94** | | | | |
| | 2 月 | 0.91** | 0.91** | 0.50 | 0.75** | 0.79** | 0.87** | 0.97** | | | |
| 存 活 率： | 1 月 | 0.45 | 0.38 | 0.01 | 0.24 | 0.46 | 0.34 | 0.41 | 0.48 | | |
| | 2 月 | 0.34 | 0.29 | 0.07 | 0.26 | 0.53* | 0.15 | 0.30 | 0.36 | 0.39 | |
| 新 發 根 率： | 1 月 | 0.82** | 0.78** | 0.57* | 0.75** | 0.79** | 0.79** | 0.80** | 0.76** | 0.42 | 0.28 |
| | 2 月 | 0.16 | 0.25 | 0.34 | 0.39 | 0.40 | 0.20 | 0.18 | 0.08 | -0.11 | 0.17 |

*：5%顯著平準

**：1%顯著平準

試驗六：不同光照強度及溫度處理對金線連瓶苗馴化之影響

苗高約3cm之瓶苗於不同光照強度及溫度處理下，馴化4個月後之各項生長性狀均值，如表11。實際瓶苗生長之差異亦如圖9所示。由表11與圖10可知光照強度超過 10,000 lux 對瓶苗即可能有光氧化作用 (photo-oxidation) 及葉綠素分解作用 (高濤, 1976)，再加上溫度的加成作用，外界溫

度達 31°C 時，密封之瓶苗本身即具有溫室效應，瓶內溫度至少可提升 4°C 以上，加以培養基加有黑色之活性碳，更易吸收溫度，故苗基葉部極易黃化，且多係在瓶緣，而枯死苗多係苗高低於2cm之小苗，因此金線連瓶苗之馴化場所需之光度不宜超過 10,000 lux，溫度不宜超過31°C，但出栽苗可忍受之高溫似可達 33°C 以上。另外在馴化變溫過程中，所有馴化瓶苗生長均停止。

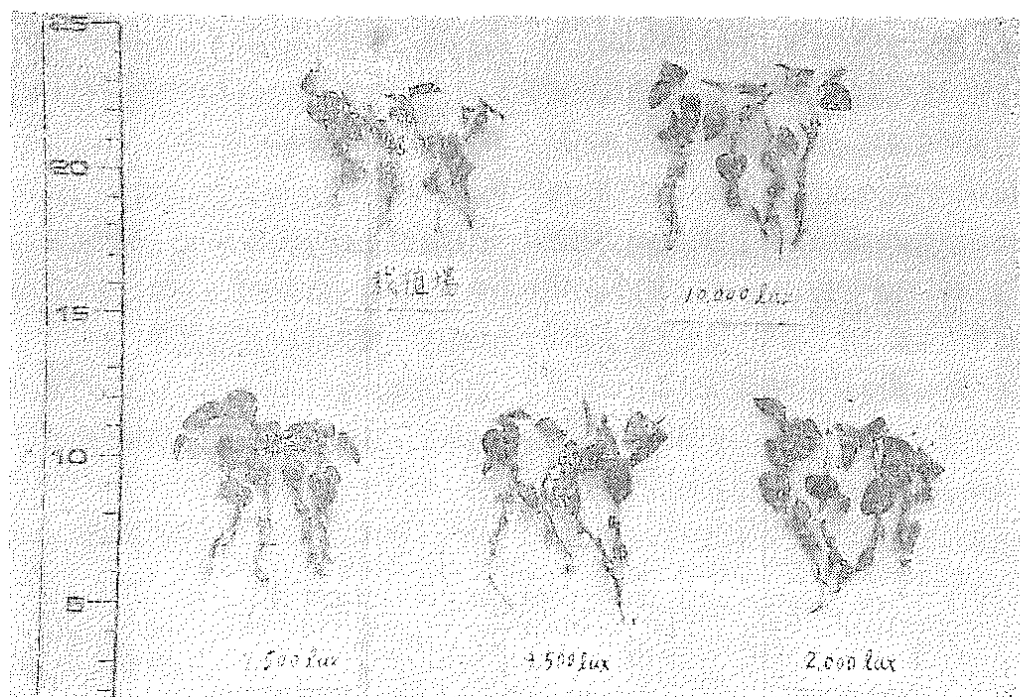


圖 9 金線連瓶苗在不同光照強度及溫度下，馴化 4 週後，出栽苗株生長之差異

表11：金線連瓶苗在不同溫度及光照強度馴化 4 週之生長性狀均值

| 葉部性狀及存活率 | 栽植場 27°-33°C 12,000 lux | 生長箱 (31°/26°C 變溫) | | | 25° ± 2°C 培養室 3,500 lux |
|-------------|----------------------------|-------------------|-----------|-----------|----------------------------|
| | | 10,000 lux | 7,500 lux | 2,000 lux | |
| 葉部顏色 | 淡黃綠色 | 黃綠色 | 黃綠色 | 綠色 | 深綠色 |
| 苗基葉片黃化率 (%) | 81.7 | 77.6 | 73.3 | 33.9 | 15.0 |
| 存活率 (%) | 80.6 | 97.0 | 97.0 | 100 | 100 |
| 原苗高 (cm) | 2.5 | 3.1 | 3.3 | 2.6 | 2.4 |
| 馴化後苗高 (cm) | 2.5 | 3.1 | 3.3 | 2.6 | 3.2 |

1. 瓶苗苗高之測量係從瓶苗選樣，標記苗高於瓶外，馴化結束後，測量其高生長量。

四、討 論

金線連之無菌播種，最早以周蕙慈等 (1982) 以熟而未裂之蒴果消毒後，播種於花寶 1 號培養基 (N:P:K=7:6:19)，結果發現發芽率不高，且播種後至萌發期間頗長，可惜其報告並未指出種子之發芽率，及其成熟度之比較。本試驗金線連之無菌播種係採用 KC 及 1/2MS 培養基，主要因為 KC 培養基非常適合大部份的熱帶蘭 (包括所有的着生蘭及部份地生蘭) 的種子發芽 (王博仁, 1984)；此外用 1/2MS 培養基係因 MS 培養基為組織培養常用之培養基，唯因其大量元素濃度頗高，其鹽類濃度為 KC 培養基的 2.5 倍，據林友三 (1978) 指出，MS 培養基對蝴蝶蘭芽球體之形成有毒害現象，故本試驗將 MS 大量元素濃度減半而成為 1/2MS 培養基，以做為金線連播種發芽之比較。結果發現金線連在 KC 培養基的種子萌發後僅形成芽球體而不再進一步分化，相反的，在 1/2 MS 培養基却可繼續發育成小苗，比較二者間之差異，只有 1/2 MS 大量元素濃度略高於 KC 培養基，很可能係金

線連種子芽球進一步分化時需要較高之滲透壓或養分。但周蕙慈等所用花寶 1 號培養基 (3g/l) 鹽類濃度略低於 KC 培養基，但其在培養基上添加促進一般蘭花根、葉發育之物質 Bacto-peptone 2g/l，故金線連種子可能需要較高之鹽類濃度或添加促進發育物質，實有待進一步之探討。

本試驗因參試之野生金線連蒴果無法判斷種子係授粉後多少日期，故僅能以蒴果開裂與否做為依據，且金線連花穗上之花朵係逐一開放，故同一果穗上蒴果之成熟度或大小亦不一致 (圖 10)。俟播種以後發現熟裂之種子發芽率幾近於零，此可能金線連種子像多數地生蘭一樣，在授粉至種子成熟期間，有一段播種發芽最高期，如觀音素心蘭 (*Cymbidium gyokuchin*) 在授粉後 8~10 個月發芽率最高，而 13 個月以後即不發芽 (王博仁等, 1984)。究其原因可能成熟種子之種皮阻碍空氣通過，或種皮含有抑制物或係缺乏發芽促進物所致 (王博仁, 1981)。因此金線連種子之發芽研究，應進一步探討，從授粉後最佳發芽之日期，以及熟裂種子去除抑制物或以發芽促進物處理之試驗，俾利

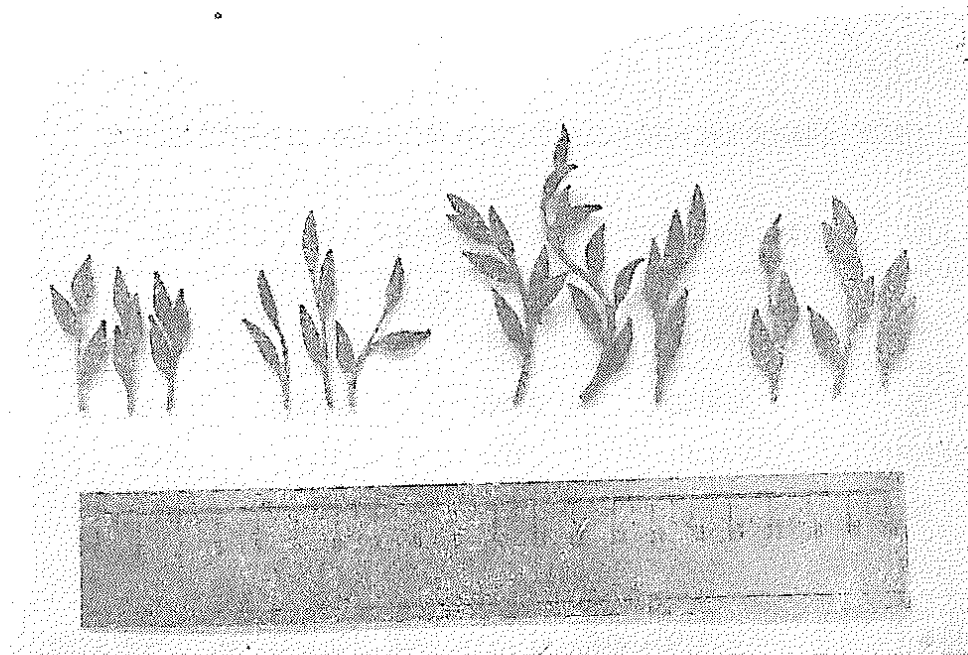


圖 10 金線連蒴果色澤、大小、及果穗粒數變異之情形

金線連種子苗之培育。

金線連種子發芽先形成一芽球，而後萌發為具多節之莖狀體，由此莖狀體的節可分化出莖葉及根，而成一完整植株（見圖11），初形成之種子苗，植株瘦弱，莖徑粗小於 0.1公分，節間長，葉色淡綠，若經過兩年的繼代培養，植株莖粗可增為 0.2公分，葉色變深，但植株仍嫌瘦弱，節間長，移出管外易失水倒伏，對環境變化適應性差，且生長緩慢。所以金線連雖可經由種子無菌播種，獲得種子苗，但在大量繁殖及苗的品質上，因種子苗生長差異極大，仍不盡理想，必須經由種子苗中選拔速生品系，再利用組織培養方法以誘導多數不定芽形成及培育健壯小苗，不但可提高小苗的生產效率，也可增加出栽後的成活率，以及生長量。

影響不定芽的形成及苗的粗壯，主要因子有培植體的選擇及生長素的效應以及培養型式。一般金線連的組織培養材料有利用莖狀體、整株幼苗、莖段及新芽（周惠慈等，1982；周惠慈，1983與1985；陳雪貞1986）。而本試驗選擇以單節作為試驗材料，乃因由試驗之中，得知由節所長出的芽體比莖

狀體粗壯得多，且由於莖狀體為一具多節的莖，雖可以長度來限定材料大小，但因來源及發育時期的不同，等長的莖狀體，所含的節數可能不同，而影響試驗結果。加上一般以莖來作繼代培養時，多含有 2~3 個節的莖段，在誘導不定芽時，經常不是全數的節都可長出不定芽，而降低繁殖速率，所以選擇單節來作試驗材料，以培育健壯苗。由試驗結果顯示，參試的 216個節，除了液體培養中在高濃度的BA (5 ppm) 作用下，抑制不定芽分化，也導致 5 個節褐死外，其餘 211個節者可分化出不定芽，所以在金線連以莖段作為培植材料，依每節切段將可提高繁殖率。

培養基中所使用生長素的種類及濃度會影響培植體的生長形態發生 (Skoog & Miller, 1957)。芽或根的分化常依 cytokinin 及 auxin 的比例而定，cytokinin 濃度高時有芽的分化而高濃度的 auxin 則促進根的形成 (Flick, *et. al.* 1983, Wang & Hu 1980, Mac Millan 1981, Treror & Kamlesh, 1984)，常用的 auxin 有 IAA, 2,4-D 及 NAA，由於 IAA 貴，效用差，且見光易不活性化

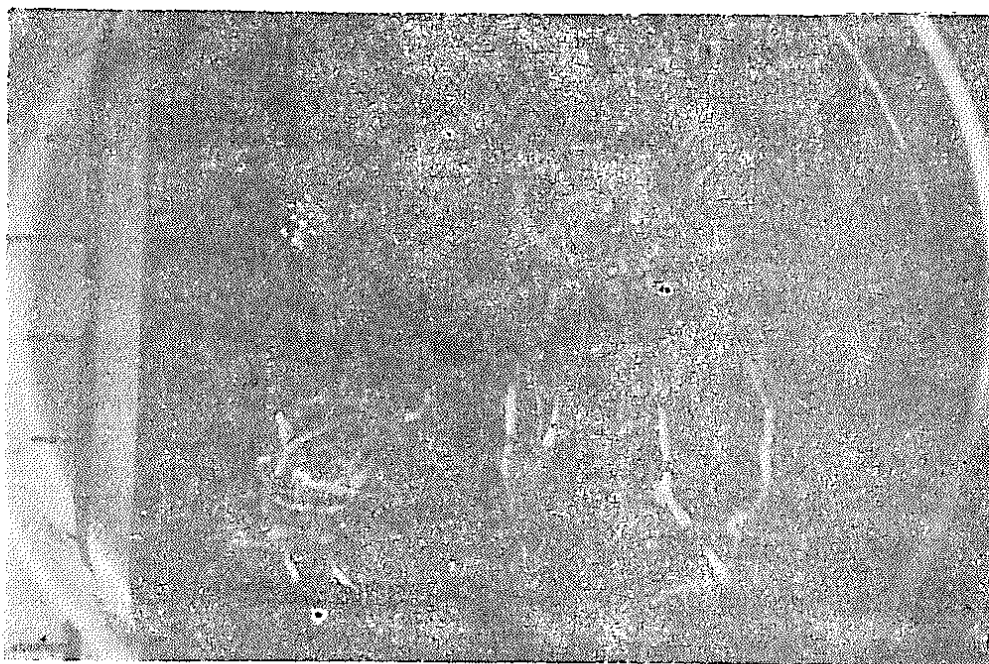


圖11. 金線連種子苗——從芽球發育成苗之過程

，而2,4-D 強烈抑制器官發育，且易導致多倍體的發生及染色體變異 (Sunderland, 1973; Wilmar & Hellendoorn, 1968)，而 cytokinin 中常用的BA 及 Kinetin (Furfurylaminopurine) 作用相似，BA 或許好些 (Wang, 1980)，所以本試驗採用 NAA 及 BA 不同比例組合，調查對金線連不定芽誘導的影響。在金線連不定芽的誘導，周惠慈等 (1982)，以NAA 0.1ppm組合 kinetin 2ppm 培養莖狀體。以後又採用 NAA 0.1 ppm 配合 BA 2ppm 來誘導幼苗及新芽 (周惠慈1983, 1985)，而陳雪貞 (1986) 則以濃度為 4 ppm 的 BA 來刺激多芽體的形成。本試驗得知節培養於液體培養基含 NAA 0.5ppm 組合 BA0.1 及 3ppm 對不定芽的促進效果最好，但再加上芽體的抽長，則以 NAA 0.5ppm 配合 BA 1ppm 最好。在固體培養中，不定芽的形成，需要較高的 BA濃度，此可能由於液體培養可促進 BA的吸收 (於下段討論)，在 NAA 0.5ppm 組合BA 3ppm 下，不定芽數最多，也因此，當 NAA 0.5 ppm 及 BA 5ppm 時，在液體培養的芽數較固體培養少了許多。

固體及液體不同的培養方式，也會影響多芽體的分化。一般認為液體培養由於可促進培植體對養分的吸收，所以可促進芽體的形成。如以液體培養鳳梨側芽，有助於多芽的產生 (Mathews & Rangan 1979)，杜鵑芽體培養三週後以液體培養 5 天可促進側芽數 (Ma & Wang, 1977)，繁縷 (*Stellaria media*)，葶 (*Capsella bursapastoris*)，歐洲狗舌草 (*Senecio vulgaris*)，以液體培養，可加速頂端生長點形成副芽 (Walkey & Copper, 1976)，但也有例外，蔡秀美等 (1983) 即指出，液體培養雖可促進杜鵑、茶花芽體生長，却抑制梅花芽體生長。在金線連方面，周惠慈 (1985) 也曾作過固體及液體培養的比較，發現液體培養金線連芽體、莖段，可縮短芽體成苗的時間，而生理狀態老化金線連培植體，培養於液體培養基

中震盪，有逐漸恢復生機的趨勢，且仍有大量繁殖的可能。在本試驗中，也發現以液體震盪培養金線連節，對促進不定芽形成的效果較固體為佳。唯液體震盪培養受制於震盪器之限制，無法大量震盪培養，且比固體培養基多增加電力震盪器的耗損，所以MS 固體培養基仍值得考慮。根據表 4 之鄧肯氏多變域分析結果顯示，雖然在發芽及苗木品質均低於液體震盪培養，但在統計上 MS固體培養基添加 NAA 0.5ppm 及 BA 3ppm之 培養基對金線連每節發芽總數、每節芽數、支徑數、苗高、最大苗徑及苗重與液體培養基並無顯著差異，而且其發根數、平均發根總長、葉片數、葉大小均顯著優於液體震盪培養，故就大量繁殖及降低成本的立場而言，建議以固體 MS 添加 NAA 0.5 ppm 及 BA 3ppm 培養最佳，估計以此培養基培養金線連每段節，每 3 個月就可育出 5 個苗徑粗約 0.33cm 之芽體，比原來試驗之苗徑 0.15cm 增加兩倍以上。

金線連栽培所需之光度一般均認為需正常日光的 1/3，故宜搭設 90% 遮光網，或 60~70% 遮光網兩層 (一面設活動式) (甘偉松等, 1985; 林俊義, 1986; 邱彬坤, 1986)；栽培之溫度則認為在 20 至 24°C，超過此溫度易死亡，主要原因係鐮刀菌引起之猝倒病，在高溫 (28~32°C) 下傳染迅速，為平地夏季不能栽培之主因 (林俊義, 1986)；栽培之介質則有蛇木屑 2 號和蛭石 5: 1 混合 (甘偉松等, 1985)，蛇木屑、蛭石、陽明山土、水苔不等份量之混合 (周惠慈, 1983)。瓶苗之馴化則有先行瓶苗之健化——疏開瓶苗之密度，及在 MS 培養基中酌加半量之 NH_4NO_3 或 KNO_3 使強旺苗勢，加酵母菌 1g/l 以增長不定根與根毛 (周惠慈, 1983)，移植前將瓶苗置於栽培場 3 天以適應栽培場之光線和溫度 (甘偉松等, 1985)。

根據本所在北市試驗區，以光照計 (Topocon, SPI-71) 測量空曠地 6 月份至 9 月份晴天正午日光強度約 120,000 lux，在頂樓搭設已歷 3 年之玻璃纖維浪板下，光照強度仍有 12,000 至 15,000 lux，

未馴化之苗高約2cm金線連直接出栽3個月，死亡率約55%，3月淨生長苗高僅0.2cm（見表7），搭設50%及75%遮光網生長較佳，其光度約4,000至7,500lux，3月淨生長苗高仍只有0.5cm，生長不佳之主要原因，係頂樓周圍有玻璃纖維浪板致通風不良，溫度在5、6月份時即可高達35°C，雖有噴水設備維持濕度，生長仍遲緩，因此在北市頂樓栽培雖可控制光度，但溫度若不能下降，則只能維持苗木之成活而已。瓶苗對光度的反應，由於本試驗是與溫度同一處理，故很難單獨分離出光度的反應，不過在固定變溫下（26°—31°C），葉色在2,000lux仍維持綠色，而7,500lux及10,000lux，葉色已有黃化現象，苗基葉片黃化率亦比2,000lux高出2倍，唯所有苗高生長近乎停滯（表11），顯示高溫度變溫效應比光度效應影響大，不過亦非絕對因子，可能只是瓶苗因適應環境而顯現暫時生長停止之現象，如本試驗五顯示，同時間取未經馴化苗5等級直接栽植於蛭石上，外罩透明塑膠布維持濕度，以冷氣控制之溫度變化仍有25至31°C之差距，光照4,500lux，在生長1月及2月後，苗高及根部均有顯著之成長（表10），此又顯示金線連在25°—31°C變溫，光度4,500lux下仍可成長，其成長的速度以苗高4cm而言，頭1月之馴化生長不計，第2個月苗高淨生長有0.6cm（表10），比KC或 $\frac{1}{2}$ MS培養基之第2個月淨生長約1.5cm（表3）低將近3倍。以苗高2cm而言，在表5不同光度與介質之生長3個月總計淨生長苗高，最高者不過0.6cm（註：表6初植苗高係以栽植介質表面至苗頂芽為計算，約有1cm之苗莖在介質下面，故其苗高有2cm），在表10不同苗高等級之生長，2.4cm有根苗生長2個月即有0.6cm之淨高生長，而在表3，1.5cm苗在KC及 $\frac{1}{2}$ MS培養基培養2個月淨生長苗高約有1.2cm，顯示瓶苗培養均比管外移植苗生長速度快約2倍。由上述比較可知瓶苗生長較快，不過由於以瓶苗欲培養大苗，所耗人工移植、培養基及空間不貲，且在培養基

內高濃度鹽類及生長激素使植物體不堪藥用，且移植成活率可能偏低（見試驗4），故出栽苗仍值得進行，只要選擇適當瓶苗高及改進環境、介質、與施肥必可提高生長量。

金線連管外栽植與介質之關係，周惠慈（1983）在4種介質：蛇木屑、蛭石、陽明山上、水苔之混合栽植試驗中，以蛇木屑、陽明山土、水苔8：1：1之混合介質，在28°±2°C室溫下培養，比蛇木屑、蛭石、陽明山土、水苔7：1：1：1及蛇木屑、蛭石、陽明山土約6：3：2較佳。周氏認為金線連之生長與水分有極大之關係，空氣之濕度大而栽培介與水可過濕，如加上溫度高，則生長迅速。惜周氏並未指出最適生長之溫度、室溫栽培之光度及苗高、葉數之生長量。依據本試驗四不同栽植介質之結果，較好之添加介質似為蛇木屑、粗糠及蛭石，不過也有例外的情形，蛭石加牛糞及眞珠石加蛭石加蛇木屑加牛糞却生長不良。主要原因可能是本試驗以噴霧設備維持濕度，却使介質濕度過高，根系發展不良。而在試驗五移植介質全係2號蛭石，濕度之維持以透明塑膠布保持，及每日噴3、4次之3,000倍花寶1號，蛭石之濕度約4至5天濕潤1次，使蛭石不致過濕或過乾，則金線連生長2個月，其苗高生長即與試驗四之最好介質生長之苗相當高。顯示金線連之生長在光照4,000至5,000lux溫度在25°至31°C時，介質、施肥與濕度管理是金線連生長之關鍵。

五、結 論

綜合上述各項試驗，可以擬定金線連之繁殖流程如下：

1. 種子無菌播種至成苗，育苗時間從6月至1年，視種子發芽及生長速度而定。此階段所育出之種子苗多屬細長，不適合出栽。（見圖1）
2. 節、地下莖之切段繁殖：時間約1年，繼代培養約4次。此階段選取生長較快之種子苗之各器官開始大量繁殖與苗木之健化，並開始進行苗木之

出栽。以本試驗節之繁殖為例，在MS 固體培養基添加 0.5ppm NAA 及 3ppm BA、培養出健壯多芽苗（約 3 個月），然後抽出之芽苗扦插於含 100cc MS 固體培養基添加 2ppm NAA 及活性碳 3g/l 之 450cc 三角瓶，每瓶 40至50 株，3 個月後不莖苗木根系健旺、苗高約4cm，苗徑0.3cm，葉片數近 4 片（節間長約0.8cm），最適合成栽，其餘之小芽繼續分割培養，大概每瓶可分成 5 瓶以上（2 瓶出栽苗，節段在 3 瓶以上，每瓶放 100 節），以後即以此倍率增值。（見圖12、13）

3. 瓶苗出栽：時間約 2 個月，包括馴化及移植。將上述之瓶苗移於光度在 4,000至 5,000 lux，溫度在 22°至 31°C 之馴化場 1 個月。然後將瓶苗移出，洗出瓊脂，並以軟毛刷刷淨沾附根系之瓊脂，以防病菌感染。然後栽植於乾淨之蛭石（因蛭石均經過高溫消毒，吸水性及透氣性均佳，當含 Mg^{++} 、 K^{+} 離子，且具有陰陽離子交換之能力，可含營養分），注意保持濕度，但蛭石不可

過濕，每天噴灑 3—4 次花寶 1 號 3,000倍，一方面施肥，一方面維持溫度，本月當可成長約 0.4cm，（見圖16之栽植場育苗情形）。為以後苗木之健壯及提高生長速度，經馴化與移植之小苗可改植於蛇木屑、蛭石、粗糠、堆肥等介質，定期施肥，並注意病害之預防，即可期待金線連苗之收成。

六、謝 誌

本試驗承蒙胡大維先生任職林業試驗所育莖系主任時，鼎力支持、添置設備及張麗東與吳佳珊小姐的工作協助，方能順利完成，謹此一併致謝。

引用文獻

王博仁. 1981. 蕙蘭的無菌插種與器官分化. 中央研究植物所專刊, p. 22-30.
 王博仁. 1984. 蘭花的繁殖法. 臺灣省農業試驗所特刊, 14 p. 77.
 王博仁, 楊紹溥, 邱金春. 1984. 臺北市美化植物大量無性繁

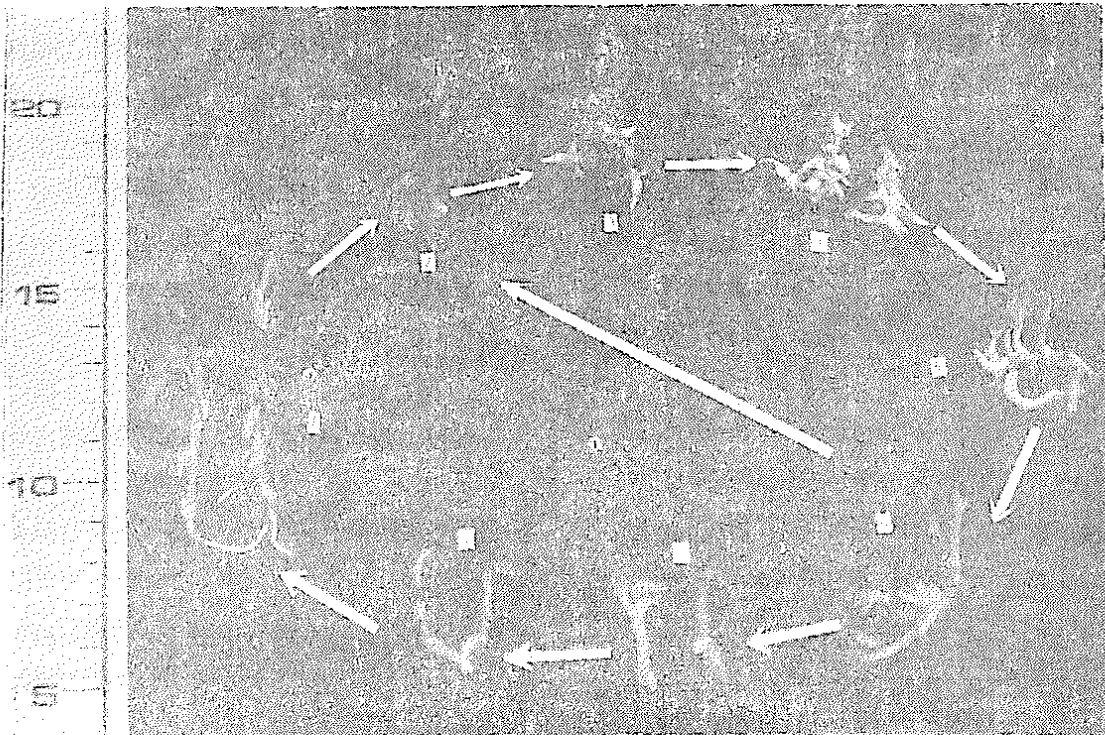


圖12 金線連由節誘導多芽扦插發根成苗之循環圖

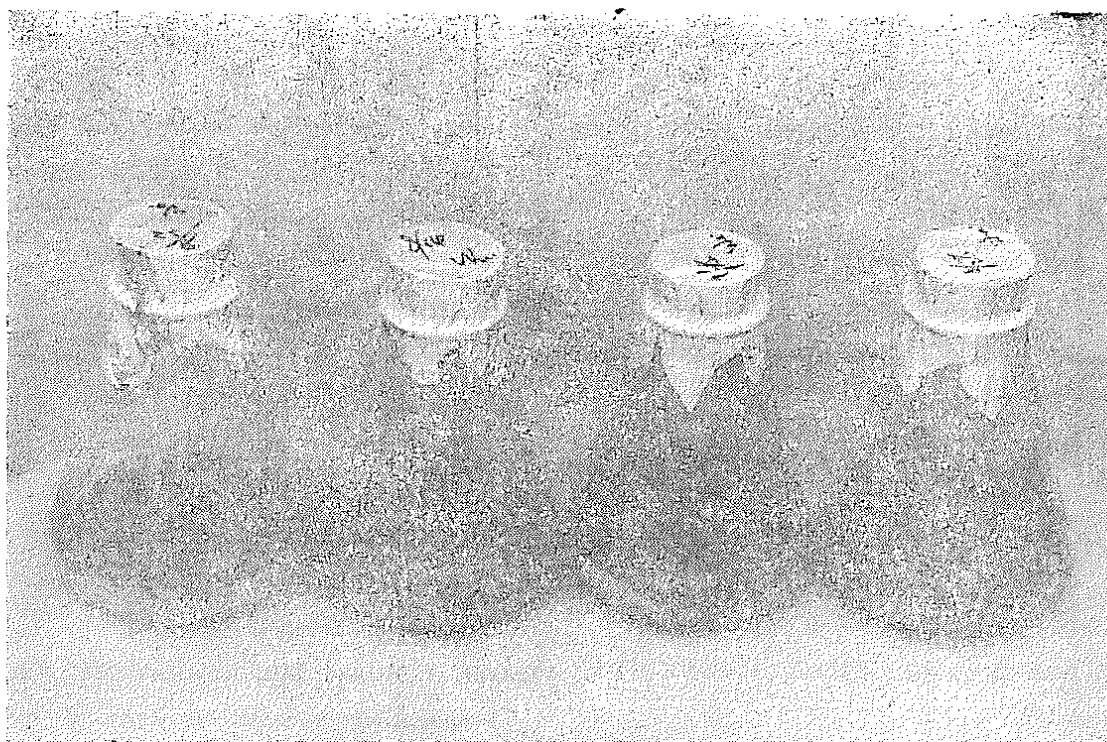


圖13 350cc三角瓶培養100個節3個月多體芽生長之情形

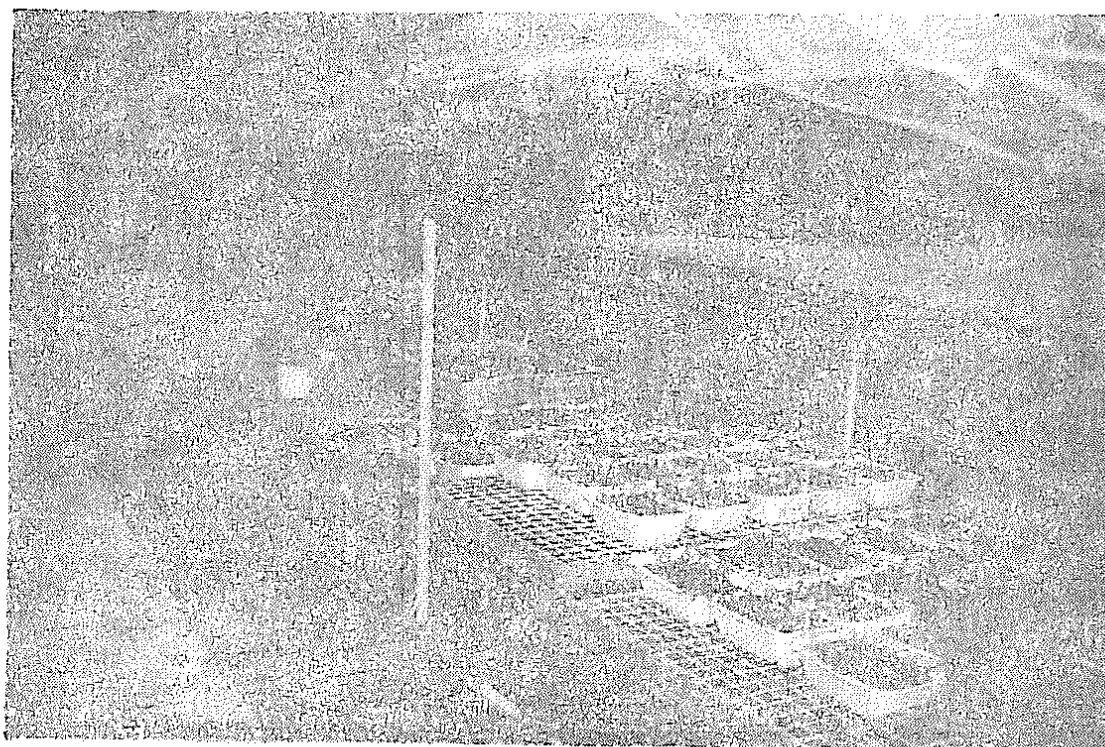


圖14 金線連瓶苗出栽於栽植場之情形

- 殖與技術轉移. 臺北市府研究發展考核委員會, p. 8.
- 甘偉松, 程兆熊, 張清標. 1985. 金線連之藥用植物學考察. 勝昌藥誌, 17(1):23-26.
- 邱彬坤. 1986. 藥用植物金線連的栽培. 農友, 36(12):39.
- 林友三. 1978. 蝴蝶蘭有性繁殖之探討. 臺東師專學報, 第6期 p. 595-605.
- 林俊義. 1986. 金線連之繁殖與推廣. 農友, 37(6):4-17.
- 林謙標. 1978. 臺灣蘭科植物. 魯風公司 p. 145-46.
- 周惠慈. 1983. 臺灣金線連組織培養繁殖——無性繁殖法之探討. 中興理工學報, 29:97-111.
- 周惠慈. 1985. 臺灣金線連無性繁殖法之探討——液體震盪培養法. 中興理工學報, 22:53-60.
- 周惠慈, 謝萬權, 張其善. 1982. 臺灣金線連組織培養繁殖法. 中興理工學報, 19:155-165.
- 高濤. 1976. 植物生理學. 華崗出版社有限公司 p.405-418.
- 陳雪貞. 1986. 臺灣金線連之微體繁殖. 科學農業, 34(3-4):105-107.
- 蔡秀美. 1983. 杜鵑, 茶花, 梅的組織栽養. 中國文化大學碩士論文, p. 20.
- Bernard, N. 1903. La germination des orchidees. Comp. Rend. Acad. Sci. Paris, 137: 483-485.
- Bernard, N. 1909. L'evolution dans la symbiose. Ann. Sci. Nat. Bot. 9.1-196.
- Flick, C.E., D.A. Evans and W. R. Sharp 1983. Organogenesis. In: David, A.E., William R.S., Philip, V.A. And Yasuyuki Y. (Ed.): Handbook of Plant Cell Culture vol 1. Macmillan Pub. Co. New York. pp. 63-64.
- Knudson, L. 1946. A new nutrient solution for the germination of orchid seed. Amer. Orchid Soc. Bull. 15:214-217.
- Ma, S.S. and S.O. Wang 1977. Clonal multiplication of Azalea through tissue culture. Acta. Hort. 78:209-215.
- MacMillan, J. 1980. Hormonal regulation of development I. Molecular aspects of plant hormones. pp. 445-447.
- Mathews, V.H. and T. S. Rangan 1979. Multiple plantlets in lateral bud and leaf explant *in vitro* cultures of pineapple. Scientia Hort. 11:319-328.
- Murashige, T. and F. Skoog 1962. revised medium for rapid growth and bioassay with tobacco tissue culture. Physiol. Plant. 15:473-488.
- Skoog, F. and C.O. Miller 1957. Chemical regulation of growth and organ formation in plant tissues cultivated *in vitro*. In: Biological Action of Growth Substances. 11th. Symp. Soc. Exp. Biol. 11:118-131.
- Sunderland, N. 1973. Nuclear cytology. In: Street, H.E. (Ed.): Plant Tissue and Cell Culture., pp. 161-190.
- Trevor, A. T. and R.P. Kamlesh 1984. Clonal Propagation: Adventitious Buds. In: Indra, K. V. (Ed.): Cell Culture and Somatic Cell Genetics of Plants. Vol. 1 Acad. Press Inc. pp. 52-53.
- Walkey, D.G.A. and J. Copper 1976. Growth of *Stellaria media*, *Capsella bursa-pastoris* and *Senecio vulgaris* plantlets from cultured meristem-tips. Plant Sci. Lett. 7:179-186.
- Wang, P.J. and C.Y. Hu 1980. Regeneration of virus-free plants through *in vitro* culture. Adv. Biochem. Eng., 18:89-91.28.
- Wilmar, C. and M. Hellendoorn 1968. Growth and morphogenesis of Asparagus cells cultured *in vitro*. Nature 217:369-370.