

桂竹炭粉對黃根節蘭、金草蘭及朵麗蝶蘭 無菌播種之效用¹

李淑真²、廖芳心²、鄭隨和²

摘要

本研究之目的在探討培養基添加桂竹炭粉對黃根節蘭 (*Calanthe sieboldii* Decne. ex Reg)、金草蘭 (*Dendrobium clavatum* Lindel) 及朵麗蝶蘭 (*Doritaenopsis* Han-Ben's Girl 'HB728') 無菌播種的效用。試驗以黃根節蘭授粉後 110 天、金草蘭 182 天及朵麗蝶蘭 107 天的種子為材料，試驗處理為參試花寶 1 號或 1/4 MS 基本培養基添加 1-5 g l⁻¹ 桂竹炭粉或添加 1-2 g l⁻¹ 活性碳，以基本培養基為對照組，分別於無菌播種後 160、90 及 75 天調查發芽率及小苗生育。結果顯示培養基添加桂竹炭粉處理對三種蘭花，其種子發芽率均顯著較對照組及添加活性碳處理組高。不同桂竹炭粉添加量處理，以補充 2 g l⁻¹ 的效果較佳。黃根節蘭種子發芽率達 1.83 %，為對照組的 1.9 倍，是添加 2 g l⁻¹ 活性碳的 1.24 倍。黃根節蘭正常芽體的低發芽率，可能因高頻率白化及褐化原球體所致，尚待改善之。金草蘭種子發芽率為 64.39 %，比對照組高 0.65 倍，較添加 2 g l⁻¹ 活性碳高 1.1 倍，桂竹炭處理 (1-5 g l⁻¹) 其實生苗生長勢皆遠比對照組及活性碳處理為佳，其效應為提昇培養基 PH 值。同樣處理朵麗蝶蘭種子發芽率為 77.16%，較對照組高 1 倍，較添加 2 g l⁻¹ 活性碳高 0.5 倍。本處理除可提高種子的發芽率外，亦可加速小苗的生育。

關鍵詞：活性碳、發芽率、授粉後天數

¹ 行政院農業委員會桃園區農業改良場研究報告第 431 號。

² 桃園區農業改良場副研究(通訊作者, shujeanlee@tydais.gov.tw)、研究員及前場長。

前 言

台灣竹類種植面積有 152,300 公頃，常見的 6 種經濟竹類之面積為 75,275 公頃，其中以桂竹占最大宗 (52.53%)，其次為麻竹、刺竹、長枝竹、綠竹以及孟宗竹 (劉，2008)。一般竹子於生長 4-5 年時竹稈的韌性最強，此時竹農將其砍伐下來，供做竹藝品、鷹架及家具等之用途 (張，1983)。近年來工研院及林試所將竹稈以人工或機械窯燒製成為竹炭，應用於工業、農業、紡織業及日常生活用品等 (林等，2003)。於農業方面已開發為土壤改良劑，以改進農業生產環境，提高產品品質 (Heschel and Klose, 1995)。竹炭的分子結構呈六角形，質地堅硬，緻密多孔，吸附性強，屬鹼性物質，其與活性碳的性質相似 (內村等，1999)。長久以來，多位研究者於植物組織培養的培養基內添加活性碳，可以促進多數植物種類的生長及形態的發生，如促進鳳蘭無菌播種之種子發芽 (呂和李，1990)，蕙蘭 (Fonnesbech, 1972) 及拖鞋蘭 (Ernst, 1974, 1975) 的幼苗生長，報歲蘭根莖之重量 (許等，1999) 及朵麗蝶蘭葉片培養之原球體生長等 (方，1989)。本試驗目的為探討桂竹炭粉應用於黃根節蘭、金草蘭及朵麗蝶蘭無菌播種之可行性，及比較其與活性碳的效果。

材料與方法

一、試驗材料栽培管理、授粉與莢果消毒

黃根節蘭採集自新竹縣五峰鄉，栽培介質為泥炭土混合樹皮及蛇木屑，種植於 5 吋紅盆，置於本場的塑膠浪板溫室栽培管理。金草蘭種植於泥炭土混合蛇木屑等介質的 8 吋紅盆內，栽培管理於本場 80% 黑色遮陰網下。朵麗蝶蘭以水草種植，於具水牆及風扇的標準溫室內栽培管理。分別於黃根節蘭、金草蘭及朵麗蝶蘭開花時，選取健壯的植株行人工異株授粉，於授粉後 110 天、182 天及 107 天採收莢果供為試驗材料。莢果以 1% 次氯酸鈉加 1-2 滴展著劑，消毒 15 分鐘，於無菌操作台內以無菌水清洗 3 次，切開莢果取種子行無菌播種。

二、基本培養基組成

黃根節蘭基本培養基為 3 g l⁻¹ 花寶 1 號另補充加 20 g l⁻¹ 蔗糖及 8 g l⁻¹ 洋菜，pH 值為 5.2。金草蘭為採用 1/4 MS (1962) 補充 20 g l⁻¹ 蔗糖及 8 g l⁻¹ 洋菜，pH 值為 5.7。

朵麗蝶蘭為使用 1/4 MS 補充 2 g l^{-1} tryptone 及 25 g l^{-1} 香蕉泥，碳源為 20 g l^{-1} 蔗糖，固化物質 9 g l^{-1} 洋菜，pH 值為 5.5。培養基製備於殺菌前以 1N NaOH 或 37% HCl 調整 pH 值，以 121°C 、 1.5 kg cm^{-2} 滅菌 15 min。

三、試驗方法

培養基內添加的桂竹炭粉由林業試驗所黃國雄研究員提供，為 3 年生之桂竹竹稈，以 $700\text{-}800^\circ\text{C}$ 的人工窯燒製而得。桂竹炭取回實驗室，經壓碎、磨粉及過篩，取大小介於 250-270 mesh ($0.061\text{-}0.053 \text{ mm}$) 的粉末來添加。另參試的活性碳為 Merck 試驗級活性碳。試驗設計為基本培養基內添加桂竹炭粉 1、2、3、4 及 5 g l^{-1} ，活性碳為添加 1 及 2 g l^{-1} ，以基本培養基為對照組。計 8 處理，採 CRD 設計。黃根節蘭及金草蘭無菌播種於 $3 \times 8 \text{ cm}$ 玻璃圓底試管，每管培養基量為 10 ml，每處理 3 重複，每重複 6 管。朵麗蝶蘭無菌播種於 9 cm 直徑培養皿，每皿的培養基量為 25 ml。每處理 3 重複，每重複 3 個培養皿。

四、發芽條件、調查項目及統計分析

黃根節蘭、金草蘭及朵麗蝶蘭種子無菌播種後，培養於溫度 $25 \pm 1^\circ\text{C}$ ，光照 16 小時，暗期 8 小時，光強度為 $23 \mu \text{ mol m}^{-2} \text{ sec}^{-1}$ 的環境下發芽。黃根節蘭莢果消毒後稱取 0.005 g 的種子無菌播種（平均種子數 7528 個），於播種 160 天後調查。金草蘭莢果消毒後稱取 0.005 g 的種子無菌播種（平均種子數 1,262 個，平均有活力的種子數 1,166 個），於播種 90 天後調查。朵麗蝶蘭則取種子配置成種子懸浮液，定量 1 ml 種子液之平均種子數為 3,000 個，有活力的種子數平均為 2,000 個，吸取 0.5 ml 種子液無菌播種於培養皿內，於播種 75 天後調查。調查項目為種子發芽率、小苗生育、鮮重及培養基的 pH 值。數據以 SAS 統計分析軟體進行 ANOVA 變方分析，並以 Least significance different (LSD) test 進行處理間之顯著性測驗。

結果與討論

一、桂竹炭粉對黃根節蘭種子發芽及生育之影響

黃根節蘭播種 90 天後發芽形成原球體，其大小約 3 mm 時可觀察到原球體上形成吸收毛，頂端有形成分生組織。有些會先形成根，然後展開本葉，但部份原球體會產

生白化或褐化。於播種 160 天調查結果顯示如表 1 及圖 1，培養基添加 1-5 g l⁻¹ 桂竹炭粉處理組的種子發芽率均較對照組或培養基添加活性炭處理組者高，其中種子發芽率以添加 2 g l⁻¹ 桂竹炭粉最佳，為 1.83%，較添加 2 g l⁻¹ 活性炭高 0.24 倍，較對照組高 0.9 倍，於處理間呈顯著性差異。綠色原球體數、展葉數、白色原球體數、鮮重及培養後的培養基 pH 值於處理間亦呈顯著性差異。形成吸收毛數、形成頂端分生組織及原球體褐化數方面，處理間則無顯著性差異存在。

表 1. 桂竹炭粉對黃根節蘭無菌播種之影響

Table 1. Effect of makino bamboo charcoal on asymbiotic seed germination of *Cal. sieboldii* Decne. ex Reg.

處理 treatment	發芽率		綠色原 球體數	吸收 毛數	頂端分生 組織或根	展葉數	白色原 球體數	褐色原 球體數	鮮重	培養基 pH 值 ^(y)
	Percentage of germination ^(w)	No. of GP ^(x)	No. of absorbing hairs	數 No. of PAM ^(x)	No. of leaf	No. of WP ^(x)	No. of BP ^(x)	Fresh weight	medium pH	
	g l ⁻¹	%	-----No. vial ⁻¹ -----						g vial ⁻¹	
	1	1.61 ab ^(z)	15.1 a	14.9 a	45.7 a	0.9 bc	29.4 cd	14.9 a	0.51 ab	5.1 ab
桂竹炭粉 makino bamboo charcoal	2	1.83 a	15.4 a	20.4 a	44.1 a	1.0 b	38.2 b	18.6 a	0.59 a	5.2 ab
	3	1.61 ab	15.8 a	18.0 a	41.4 a	0.4 cd	34.0bc	11.3 a	0.49 ab	5.2 ab
	4	1.42 bc	14.4 a	20.4 a	35.4 a	0.0 d	28.4 cd	8.2 a	0.41 cd	4.9 b
	5	1.70 ab	17.4 a	20.3 a	26.4 a	0.1 d	48.2 a	15.8 a	0.34 cd	4.8 b
活性炭 Activated charcoal	1	1.12 cd	8.4 b	7.9 a	20.9 a	0.3 d	23.3 d	23.3 a	0.29 d	4.2 c
	2	1.48 b	6.7 b	8.6 a	30.6 a	0.9 bc	35.4 bc	29.4 a	0.54 ab	5.0 ab
CK(基本培養基)	0.99 d	8.7 b	7.6 a	37.8 a	1.7 a	8.9 e	10.3 a	0.65 a	5.4 a	

^z 同行英文字母相同者表示經 LSD 顯著性測驗在 5% 水準差異不顯著

^z Means with the same letter within columns are not significantly different by LSD at 5% level.

^y 於無菌播種後 160 天測量培養基 pH 值

^y Culture medium pH value is determined after 160 days of asymbiotic .

^x GP : green protocorm , PAM : pointed apical meristem or root. , WP : white protocorm , BP : browning protocorm.

W 發芽率 = (綠色原球體 + 吸收毛數 + 頂端分生組織數 + 展葉數 + 白化原球體數 + 褐色原球體數) ÷ 7528 × 100%

W Percentage of germination = No. of green protocorm + No. of absorbing hairs + No. of PAM + No. of leaf + No. of white protocorm + No. of browning protocorm ÷ 7528 × 100%

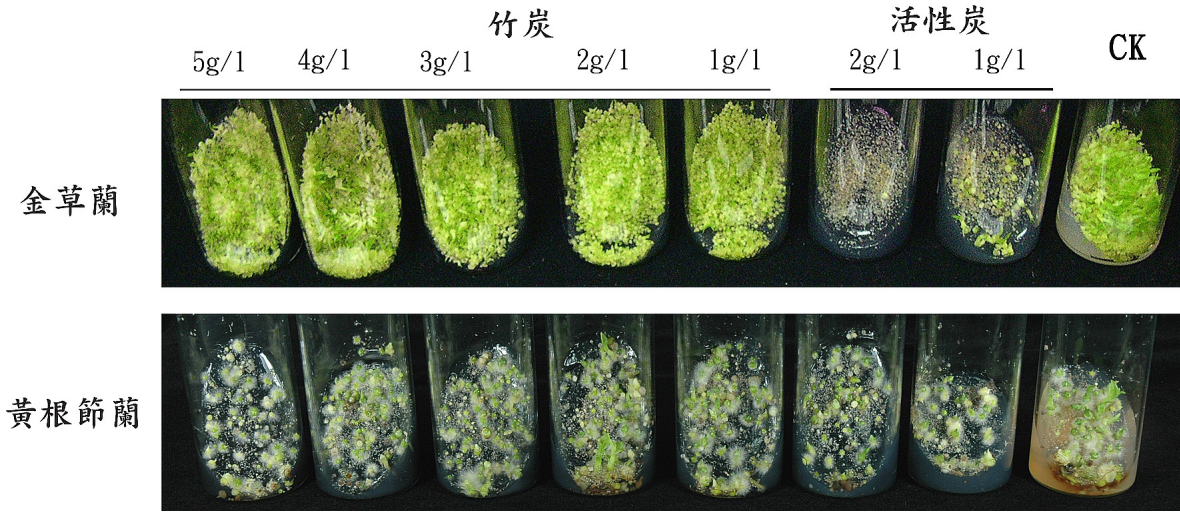


圖 1. 桂竹炭粉對黃根節蘭及金草蘭無菌播種之影響

Fig 1. Effect of makino bamboo charcoal on asymbiotic seed germination of *Cal. sieboldii* Decne. ex Reg and *Den. clavatum* Lindel.

本試驗黃根節蘭無菌播種的種子均未經任何處理，種子發芽率在 2% 以下。此結果與三吉（1996）指出根節蘭屬為發芽困難之地生蘭，無菌播種後幾乎不發芽或僅有少數的種子發芽相似。本試驗播種平均種子數為 7,528 個，因未測種子活力，推測發芽率低的原因之一可能是種子活力低；另一方面可能因高頻率白化及褐化原球體所致，尚待改善之。在 pH 值方面，對照組 pH 值最高，發芽率最低；添加 1 g l^{-1} 活性炭的 pH 值最低，發芽率次之；顯示太高或太低的 pH 值會影響黃根節蘭的發芽率。對照組的發芽率最低，但展葉的株數最高，導致鮮重最重，是高 pH 值或該培養基可促進展葉，有待進一步試驗。但本試驗培養基添加桂竹炭粉取代活性炭處理探討炭的種類和濃度，結果以培養基添加 2 g l^{-1} 桂竹炭粉處理較 $1-2 \text{ g l}^{-1}$ 活性炭處理可促進黃根節蘭的種子發芽及小苗生育。

二、桂竹炭粉對金草蘭種子發芽及生育之影響

播種 30 天後種子發芽形成原球體，之後形成頂端分生組織，接著長出本葉，然後展開，並無白色原球體或原球體褐化的現象。於播種 90 天調查結果如表 2 及圖 1 所示。培養基添加 $1-5 \text{ g l}^{-1}$ 桂竹炭粉處理組的種子發芽率較對照組及添加活性炭處理組高，以添加 2 g l^{-1} 桂竹炭粉處理最佳為 64.39%，較對照組高 0.65 倍，較添加 2 g l^{-1}

活性碳處理高 1.1 倍，於處理間呈顯著性差異。小苗的生育方面，於培養基添加 1-5 g l⁻¹ 桂竹炭粉處理組的原球體數較對照組及添加活性碳處理組低；而添加 1-5 g l⁻¹ 桂竹炭粉處理組的頂端分生組織數及展葉數則較對照組及添加活性碳處理組高，處理間均呈顯著差異。顯示添加 1-5 g l⁻¹ 桂竹炭粉處理組多數的原球體均已進一步發育形成頂端分生組織及展葉，但對照組及添加活性碳處理組的培養基，原球體卻僅少數發育至形成頂端分生組織及展葉，故培養基添加 1-5 g l⁻¹ 桂竹炭粉除可提高種子發芽率外，亦可促進小苗的生長。於培養後培養基的 pH 值結果顯示，培養基添加 1-5 g l⁻¹ 桂竹炭粉處理組的 pH 值介於 5.2-5.9 之間，而對照組或添加活性碳處理組的 pH 值介於 4.3-3.7 之間，顯示發芽率隨培養基 pH 值降低則愈低，以添加活性碳 2 g l⁻¹ 處理的 pH 值最低，種子發芽率也最低。

表 2. 桂竹炭粉對金草蘭無菌播種之影響

Table 2. Effect of makino bamboo charcoal on asymbiotic seed germination of *Dendrobium clavatum* Lindel.

處理 treatment	發芽率 Percentage of germination ^(W)	原球體數 No. of protocorm	頂端分生 組織數 No. of PAM ^(x)	展葉數 No. of leaf	培養基 pH 值 ^(y) medium pH	
	g l ⁻¹	%	-----No. vial ⁻¹ -----			
桂竹炭粉 makino bamboo charcoal	1	60.94 b ^(z)	156.0 c	227.0 ab	327.6 a	5.9 a
	2	64.39 a	144.8 c	296.8 a	309.3 a	5.7 a
	3	62.42 ab	178.3 c	268.2 ab	281.4 a	5.9 a
	4	61.25 b	146.3 c	302.8 a	265.1 a	5.9 a
	5	64.23 a	187.0 c	282.9 a	279.1 a	5.2 b
活性碳 Activated charcoal	1	31.01 d	360.6 a	0.3 d	0.7 c	3.9 cd
	2	30.91 d	360.2 a	0.2 d	0.1 c	3.7 d
CK(基本培養基)		39.07 c	299.1 b	73.3 c	83.1 b	4.3 c

^Z 同行英文字母相同者表示經 LSD 顯著性測驗在 5% 水準差異不顯著

^Z Means with the same letter within columns are not significantly different by LSD at 5% level.

^y 於無菌播種後 90 天測量培養基 pH 值

^y Culture medium pH value is determined after 90 days of asymbiotic.

^x PAM : pointed apical meristem.

^W 發芽率 = (原球體數 + 頂端分生組織數 + 展葉數) ÷ 1166 × 100%

^W Percentage of germination = No. of protocorm + No. of PAM + No. of leaf ÷ 1166 × 100%

金草蘭無菌播種培養基添加活性碳處理會降低發芽率且抑制原球體生長。此結果與紅花鶴頂蘭及台灣白及無菌播種相似，於紅花鶴頂蘭之無菌播種添加活性碳處理反而抑制根葉的生長（吳和李，1991）。台灣白及無菌播種培養基隨著添加活性碳濃度由 0.1%提高至 0.7%時，種子萌芽率呈逐漸下降的趨勢，且小苗生長逐漸遲緩，故以不添加活性碳為適當的選擇（林等，1994）。但金草蘭培養基添加桂竹炭粉處理組較對照組及活性碳處理組的種子發芽率高且可促進小苗生長。

三、桂竹炭粉對朵麗蝶蘭種子發芽及生育之影響

播種 20 天後發芽形成原球體，之後第一片擬葉形成，接著第二片擬葉形成，然後第一片本葉形成。於播種 75 天調查結果如表 3 及圖 2 所示，培養基添加 $1-5 \text{ g l}^{-1}$ 桂竹炭粉處理組的種子發芽率較對照組及活性碳處理組高，以添加 2 g l^{-1} 桂竹炭粉處理最佳，為 77.16%；較對照組高 1 倍，較添加 2 g l^{-1} 活性碳處理組高 0.5 倍，處理間呈顯著性差異。小苗的生育方面，培養基添加 $1-5 \text{ g l}^{-1}$ 桂竹炭粉處理組較對照組及活性碳處理組的綠色原球體數、白色原球體數、第一片擬葉形成數及鮮重多、第二片擬葉形成數。添加 2 g l^{-1} 活性炭粉於第一片本葉形成數及褐化原球體數最多。

朵麗蝶蘭無菌播種結果顯示與鳳蘭及台灣一葉蘭結果相似，培養基添加 1 或 2 g l^{-1} 活性碳可提高鳳蘭種子無菌播種發芽率及促進小苗生長（呂和李，1990）。於台灣一葉蘭種子發芽試驗，培養基添加 2 g l^{-1} 活性碳明顯促進種子發芽、小苗發育及結球（莊和李，1986）。朵麗蝶蘭培養基添加 1 及 2 g l^{-1} 活性碳處理可明顯促進種子發芽，但培養基添加 $1-5 \text{ g l}^{-1}$ 桂竹炭粉處理組與對照組及活性碳處理組相較，顯示桂竹炭粉的添加對無菌播種的種子發芽率及小苗的生長及發育又較活性碳佳。

本試驗結果顯示培養基添加桂竹炭粉處理於此三種蘭花的無菌播種發芽率及小苗生育方面均較活性碳處理為佳。另一方面黃根節蘭及金草蘭無菌播種添加 1 g l^{-1} 或 2 g l^{-1} 活性碳，培養 160 及 90 天後測得培養基的 pH 值最低，種子發芽率也最低。活性碳為黑色粉末，添加於培養基內如同種子播種於黑暗的環境下，可促進種子發芽。但其具有強烈的吸附作用，可改變培養基中植物本身所代謝的植物生長調節劑比例，影響培養基內的 pH 值（Eymar *et al.*, 2000）或培養基添加活性碳同時也吸收培養基內的有益的物質，包括維他命、細胞分裂素、生長素及離層酸等物質（Druart and Wulf, 1993）。活性碳與竹炭主要是來自燒製的材料不同，竹炭是由竹子燒製而得，活性碳則是由許多種含碳物質製成，這些物質包括木材、鋸屑、焦炭、泥煤、木質素、果實

殼、椰子殼之碳化物、褐煤、石油焦油等。活性碳的製作是將原料經由碳化及活化 2 個步驟製成，其組成物質除了炭元素外，尚含有少量的氫、氮、氧及灰份，其結構則為炭形成六環物堆積而成。由於六環碳的不規則排列，造成了活性碳多微孔體積及高表面積的特性，比表面積通常介於 $500-1400\text{m}^2\text{g}^{-1}$ 之間（吳，2007）。桂竹炭粉是桂竹經高溫碳化而成，雖與活性碳的性質相似，但比表面積高達 $1500\text{m}^2\text{g}^{-1}$ ，因此吸附性較其他植物性碳強，而竹材含有高量的灰分及礦物質，其無機成分之含量亦較高（夏等，2003）。是否由於這些不同的差異，造成培養基添加桂竹炭粉處理的效果較活性炭處理佳，有待進一步的探討。

表 3. 桂竹炭粉對朵麗蝶蘭無菌播種之影響

Table3. Effect of makino bamboo charcoal on asymbiotic seed germination of *Dtps. Han-Ben's Girl 'HB728'*.

處理 treatment	發芽率 Percentage of germination ^(x)	綠色原 球體數 No. of GP ^(y)	第一片擬 葉形成數 No. of first sheath	第二片擬 葉形成數 No. of second sheath	第一片本 葉形成數 No. of FFL ^(y)	白色原 球體數 No. of WP ^(y)	褐化原 球體數 No. of BP ^(y)	鮮重 (g) Fresh weight	
	g l^{-1} %	-----No. dish ⁻¹ -----						g dish^{-1}	
桂竹炭粉 makino bamboo charcoal	1	65.91 b ^(z)	9.1 cd	197.8 c	411.1 a	15.6 bc	9.8 b	15.8 cd	4.0 bc
	2	77.16 a	8.8 cd	505.9 a	213.3 c	8.3 cd	12.6 b	22.7 c	4.1 ab
	3	66.98 b	10.8 cd	409.0 b	193.0 c	5.1 d	33.0 a	18.9 cd	4.2 ab
	4	63.26 b	18.3 ab	204.1 c	367.3 ab	8.3 cd	27.4 a	7.0 cd	4.1 ab
	5	66.74 b	21.1 a	393.2 b	208.0 c	4.4 d	35.4 a	5.2 d	4.5 a
活性炭 Activated charcoal	1	52.10 c	13.3 bc	35.9 d	393.6 ab	24.3 ab	11.3 b	42.6 b	4.1 ab
	2	51.83 c	9.3 cd	30.4 d	353.6 ab	27.6 a	12.0 b	85.4 a	3.7 c
CK(基本培養基)	38.75 c	6.0 d	5.8 d	324.1 b	30.1 a	10.0 b	9.7 cd	3.2 d	

^Z 同行英文字母相同者表示經 LSD 顯著性測驗在 5% 水準差異不顯著

^Z Means with the same letter within columns are not significantly different by LSD at 5% level.

y : GP : green protocorm , FFL : first foliage leaf , WP : white protocorm , BP : browning protocorm.

x 發芽率 = (綠色原球體 + 第一片擬葉形成數 + 第二片擬葉形成數 + 第一片本葉形成數 + 白化原球體數 + 褐化原球體數) ÷ 1000 × 100%

x Percentage of germination = No. of GP + No. of first sheath + No. of second sheath + No. of FFL + No. of WP + No. of BP ÷ 1000 × 100%

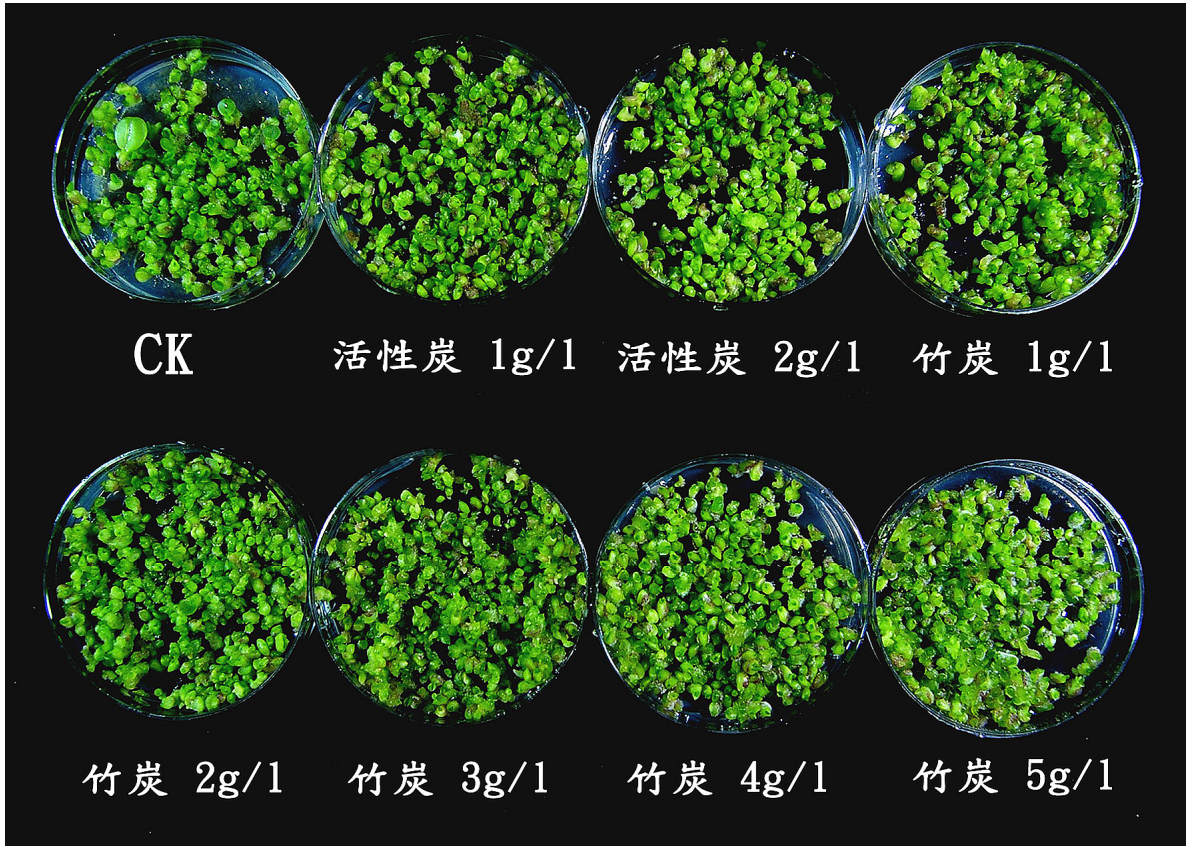


圖 2. 桂竹炭粉對黃根節蘭及金草蘭無菌播種之影響

Fig 2. Effect of makino bamboo charcoal on asymbiotic seed germination of *Dtps. Han-Ben's Girl*.

綜合本試驗結果，參試的黃根節蘭、金草蘭及朵麗蝶蘭等三種蘭花，於培養基添加桂竹炭粉處理的種子發芽率均顯著較對照組及活性炭處理組高，其中以添加 2 g l^{-1} 桂竹炭粉處理的效果最佳，因此建議培養基添加桂竹炭粉的最適量為 2 g l^{-1} 。

誌 謝

本計畫為執行 93-農科-桃-4.1.2-Y1 計畫之研究報告，試驗期間承蒙鄒稚涵、許美雲與吳美芳等人協助田間栽培管理及試驗調查，林業試驗所黃研究員國雄提供桂竹炭作為試驗材料，謹此致謝。

參考文獻

- 三吉一光。1996。發芽困難性地生蘭—根節蘭屬種子之促進。圖解蘭花繁殖最新技術。蔡平里（譯）。p.35-41。淑馨出版社。臺北。
- 方惠卿。1989。朵麗蝶蘭葉片組織培養的研究。嘉義農專學報 19:241-245。
- 呂依倫、李晔。1990。鳳蘭之無菌發芽。中國園藝 36:198-209。
- 吳新棋、李晔。1991。紅花鶴頂蘭之無菌發芽。中國園藝 37:183-198。
- 吳子顯。2007。活性炭對機能性寡醣恆溫吸附特性之研究。靜宜大學食品營養學系碩士論文。77pp。
- 林郁進、陳忠川、葉豐次、邱年永、蔡新聲。1994。臺灣白及 (*Bletilla formosana* (Hayata) Schlechter) 之組織培養 I. 種子成熟度及前處理對種子萌芽與小苗發育之影響。中華農業研究 43:40-50。
- 林裕仁、黃國雄、王瀛生 2003。淺談竹炭的生產與應用。林業研究專訊 10:23-27。
- 夏滄琪、黃國雄、王瀛生、劉瓊靄。2003。談竹炭性質之檢測與分析。林業研究專訊 10:38-45。
- 許文章、蔡智賢、廖成康。1999。報歲蘭利用根莖組織繁殖種苗之研究。嘉義技術學院學報 67:1-12。
- 莊錦華、李晔。1986。活性碳、蔗糖與無機鹽類度對臺灣一葉蘭種子發芽與小苗生長之影響。中國園藝 32:61-69。
- 張學琨。1983。桂竹希望之旅。桃園區農業改良場編印。71pp。桃園。
- 劉素玲。2008。製備條件對兩種國產竹活性碳基本性質之影響。嘉義大學農學研究所碩士論文。177pp。
- 內村悅三、谷田具光克、細川健次。1999。竹炭、竹酢液利用事典。187pp。創新社。京都。
- Druart, P. and O. D. Wulf. 1993. Activated charcoal catalyses sucrose hydrolysis during autoclaving. Plant Cell Tiss. Org. Cult. 32:97-99.
- Ernst, R. 1974. The use of activated charcoal in asymbiotic seeding culture of *Paphiopedilum*. Amer. Orch. Soc. Bull. 43:35-38.
- Ernst, R. 1975. Studies in asymbiotic culture of orchid. Amer. Orch. Soc. Bull. 44:12-18.

- Eymar. E., J. Alegre., M.Toribio., and L. Vela. 2000. Effect of activated charcoal and 6-benzyladenine on *in vitro* nitrogen uptake by *Lagerstroemia indica*. Plant Cell Tiss. Org. Cult. 32:97-99.
- Fonnesbech, M. 1972. Organic nutrients in the media for propagation of *Cymbidium in vitro*. Physiol. Plant. 27:360-364.
- Heschel, W. and E. Klose. 1995. On the suitability of agricultural by products for manufacture of granular activated carbon. Fuel 74:1786-1791.

Effects of makino bamboo charcoal on germination and seedling growth of *Calanthe sieboldii*, *Dendrobium clavatum* and *Doritaenopsis* Han-Ben's Girl 'HB728'¹

Shu-Jen Lee², Fang-Shin Liao², and Shui-Ho Cheng²

Abstract

This study is to investigate the effects of basal media supplemented makino bamboo charcoal on asymbiotic seed germination on *Calanthe sieboldii*, *Dendrobium clavatum* and *Doritaenopsis* Han-Ben's Girl 'HB728'. Capsule of 110,182,107 days after pollination of *Cal. sieboldii*, *Den. clavatum* and *Dtps.* Han-Ben's Girl 'HB728' was used. The effects of basal media supplemented with makino bamboo charcoal or activated charcoal or charcoal free were studied. The results showed that percentage of germination in media with makino bamboo charcoal was pronouncedly improved than activated charcoal or charcoal free treatment, and the optimal concentration was assessed as 2 g l⁻¹ for three tested orchid. The basal medium supplemented with 2 g l⁻¹ makino bamboo charcoal was beneficial for percentage of germination and seedling growth. In *Cal. sieboldii*, the percentage of germination was 1.83 % when the medium containing 2 g l⁻¹ makino bamboo charcoal. It was 0.9 and 0.24 times of percentage of germination for basal medium containing activated charcoal and charcoal free treatment, respectively. In *Den. clavatum*, the percentage of germination was 64.39 % when the medium containing 2 g l⁻¹ makino bamboo charcoal. It was 0.65 and 1.1 times percentage of germination comparing to activated charcoal and charcoal free treatment respectively, and greatly improved the seedling growth vigor. In *Dtps.* Han-Ben's 'HB728' the percentage of germination was 77.16 % when the medium containing 2 g l⁻¹ makino bamboo charcoal. It was 1 and 0.5 times percentage of germination rate for basal medium containing activated charcoal and charcoal free medium, respectively.

Key words: activated charcoal, percentage of germination, days after pollination

¹. Contribution No.431 from Taoyuan DARES, COA.

². Associate Researcher (Corresponding author, shujanlee@tydais.gov.tw), Researcher and former Director, respectively, Taoyuan DARES, COA.