水稻育苗介質改進之研究

陳立夫、邱運全、鍾德月、管仁修

摘　要

本研究之目的乃在利用四種本地區大宗農、特產廢棄物，研發新的水稻育苗介質，以解決水稻育苗土不易取得之問題。調製的介質計有 10 種，選用的稻種包含粳稻和秈稻。播種三週後，除了量測幼苗的生長性狀，並分析介質理化性質及有效養分含量。試驗結果顯示，供試之四種介質均屬良好之土壤替代介質，其中以台糖公司廢白土蔗渣牛糞堆肥與土壤混合(2:1; w/w)之介質最佳，無論是粳稻或秈稻幼苗均展現最佳生長性狀。而豬糞堆肥混土(1:1;w/w)介質居次，此兩種介質性質範圍依次是 pH 6.5-7.0，EC 700-710 μScm-1，有機質 7.1-7.2%，總體密度 0.9-1.0 gcm-3。研究結果亦顯示，水稻育苗期間，介質理化性質對幼苗生長之影響甚於其有效性養分含量的多寡，且使用時應與土壤混合使用，直接使用或上覆土壤並不會增進水稻幼苗之生長。

關鍵語：水稻、育苗介質、有機廢棄物

前　言

移植栽培為本省水稻主要之栽培方式，機械插秧自民國 60 年代推行至今，已近 30 個年頭。而機械栽培的過程中，育苗可視為其成功與否之關鍵。多年來箱式育苗所採用之介質，均為品質良好之土壤，以土壤作為育苗介質，由於價廉且使用方便，實在很難有其他更好的替代介質。然而近年來由於環保及水土保育之觀念日益提升，育苗土之取得已日漸困難。

有關水稻育苗改進之研究，早在機械插秧推廣初期已有多方面的嘗試，從不同的育苗材料製成之育苗板[4,5,6]到不同篩目稻殼[2,3]或粉碎玉米穗軸[16]當作育苗介質等，均為配合機械插秧及節省大量之育苗勞力而進行之試驗。最近台灣省農業試驗所更研發新的無土育苗介質，乃以瓦楞紙為材料，配合水耕給予營養方式，試圖解決取土不易之困難及改善繁重之育苗工作量，此研究並已向我國經濟部標準檢驗局及日本特許廳，以「台農一號水稻育苗板」名稱提出專利申請並核備登錄在案。因此，未來稻作生產為因應我國加入世界貿易組織(WTO)後的衝擊及環境保育呼聲下，高品質食米的生產是未來趨勢，而水稻育苗介質開發則是生產良質米的基礎工作。

理想的育苗介質需具備良好的物理、化學及生物性質，並合乎經濟效益[1,7,8,10,12,14,15,17,19]。Waters [24]等更強調理想的栽培介質乃取決於其物理及化學性質。Fonteno[19]認為在同樣的管理下，並無一種完美的介質可適用所有的作物。是以

，吾人可透過介質的調整，而達到栽培之目的。國內目前有許多的農、特產廢棄物，如蔗渣、稻殼、鋸木屑等，若能作適當調配混合，製成適宜的栽培介質，不但可降低成本及提高產業競爭力，並可協助解決農產廢棄物處理之問題。本研究之目的即在利用地區性大宗農、特產副產品，開發新的水稻育苗介質，以部分或全部替代慣用之育苗土，紓緩育苗土不易取得之問題，同時並解決生產有機米育苗土之問題。

材料與方法

一、試驗處理

本研究採用之介質材料，包括蔗渣牛糞堆肥、廢白土蔗渣牛糞堆肥、稻殼及豬糞堆肥，係來自台糖公司東海豐養牛場及台南新化畜產試驗所，其中廢白土為台糖公司小港沙拉油煉製廠吸著用廢棄土。試驗的稻種為台粳 5 號及台秈 2 號。各介質調製如下：

a.蔗渣牛糞堆肥；b.蔗渣牛糞堆肥+碎土覆土；c.蔗渣牛糞泥土(2：1；w/w)；g.稻殼混土(1：2；w/w)；h.豬糞堆肥混土(2：1；w/w)；i.土壤加三要素(每育苗箱添加硫酸銨 5g，過磷酸鈣 5g 及氯化鉀 3g[2])；j.土壤(對照組)。育苗箱則使用機械插秧專用育苗盤(58× 28cm)，並以不銹鋼架區隔成 16 個小格，每格置入 20 粒稻種，以一般慣行法管理之。生育至四葉齡時，用水沖洗後，調查株高、莖高、鮮重、乾重、及根發育情形，資料分析則利用 Duncan's multiple range test 進行統計分析。

二、介質理化性質及有效性養分分析

介質分析乃參考 Klute[22]及 Page 等[23]所述之方法進行。pH 值依水土比為 1：5 製成懸浮液，以玻璃電極法測定。此懸浮液經過濾後，再以電導度計測定 EC 值。有機質依 Walkley-Black 氏硫酸重鉻酸鉀氧化法測定。總體密度(Bulk density)則依其定義，將介質切成方塊，直接量測其體積，並經 105℃烘乾 24 小時後，秤其重量直接計算求出。每處理四重覆，各測值利用 Duncan's multiple range test 進行統計分析。有效性磷用 Bray I 號抽取液，鉬藍比色測定。有效性鉀、鈣、鎂用中性醋酸銨抽取液，鉀用焰光光度計測定，鈣及鎂用原子吸光儀法測定。有效性錳、鐵、銅、鋅以 0.1M 鹽酸萃取，原子吸光儀法測定。

結　果

育成強健水稻秧苗是栽培良質米的重要工作之一，除了選用合格稻種外，適宜的介質是影響此項工作的關鍵。本研究各供試育苗介質之理化性質如表 1，各介質 pH 值均屬理想介質之 pH 值範圍[1,19]。其中蔗渣牛糞堆肥屬鹼性有機堆肥，添加廢白土後，則使原蔗渣牛糞堆肥 pH 值約下降一個單位，而添加肥料三要素之處理，則會使其 pH 值稍降。EC 值是栽培介質中的一個重要的限制因子，本研究所使用的介質 EC 值均符合理想介質 EC 值範圍 2000 μS/cm^{-1} 以下[1,7,14,19]，且各處理 EC 值均比對照組者高出甚多，尤其是含有機堆肥者，其中豬糞堆肥

EC 值約是蔗渣牛糞堆肥或廢白土牛糞堆肥的 2 倍(豬糞堆肥 1：1 比例混土與其他兩者 2：1 比例混土之比值相近)。有機質對栽培介質保水及保肥力有正面的效益，本研究中除了稻殼介質外，其他介質之有機質含量均在 7%上，因此蔗渣牛糞堆肥及豬糞堆肥，不僅可當作水稻育苗介質，更適合充作盆栽介質之用。表 1 的結果也顯示添加有機介質處理之總體密度與未添加者有顯著差異，尤其是蔗渣牛糞堆肥。相對地，介質總體密度愈小者，其水分含量愈高，介質的水分含量與其通氣互為消長，對作物生長有決定性影響。

表 1.供試育苗介質之理化性質

Table 1. Physical and chemical properties of seedling media used.

代號	育苗介質	pH	EC	O.M[1].	B.D.	W.C.
			μScm^{-1}	%	gcm^{-3}	%
A	蔗渣牛糞堆肥	8.12	992	7.56	0.35f[2]	65.8a
B	蔗渣牛糞堆肥覆土	8.02	1175	7.39	0.38f	61.6b
C	蔗渣牛糞堆肥混土; 2:1(w/w)	7.66	687	7.03	0.79d	42.0e
D	廢白土牛糞堆肥	7.23	1075	7.32	0.52e	56.7c
E	廢白土牛糞堆肥覆土	7.07	816	7.38	0.59e	47.7d
F	廢白土牛糞堆肥混土;2:1(w/w)	7.08	706	7.16	0.95c	39.5e
G	穀殼混土; 1:2(w/w)	6.83	208	2.03	0.98c	22.0g
H	豬糞堆肥混土; 1:1(w/w)	6.76	705	7.13	0.94c	29.7f
I	土壤混三要素 (5:5:3)	5.96	438	1.57	1.25b	16.8h
J	土壤(對照組)	6.58	198	1.57	1.63a	19.4gh

[1] O.M.表有機質(Organic Matter)；B.D.表總體密度(Bulk Density)；W.C.表水分含量(Water Content)

[2] Means in the same column followed by the same letter are not significantly different (p=0.05) by Duncan's multiple range test.

表 2 是台粳 5 號水稻幼苗在不同育苗介質下之生長特性，其中以廢白土牛糞堆肥混土之處理對台粳 5 號幼苗生長最佳，無論是株高、鮮重或莖徑均與對照之土壤處理呈顯著差異。其次是土壤添加三要素處理者，此處理是目前慣行育苗法。再者，各處理 10 株鮮重大小順序大致符合單株者之趨勢，而其乾重大小趨勢與鮮重略有出入，應是根系發育差異所造成，因本研究中鮮重及乾重之測定包含其根、莖與葉。含有廢白土牛糞堆肥處理者，對水稻幼苗地上部和根系均最有助益，且各介質處理中有機質含量高於 7%者(表 1)，其水稻幼苗之含水率均超過 80%，此結果與其根系發達與否很有關聯。此外，無論是蔗渣牛糞堆肥或廢白土蔗渣牛糞堆肥，上覆土壤之處理與混土處理相較之下，並不會增進水稻幼苗之生長，顯示水稻幼苗生長初期與介質肥力高低較無關係，而通氣情形及水分含量應是主要的影響因子。表 3 是台秈 2 號水稻幼苗在各介質之生長特性，其生長趨勢與台粳 5 號者類似，廢白土蔗渣牛糞堆肥混土處理最佳，而豬糞堆肥混土處理則居次，各處理水稻幼苗含水率則不受介質有機質含量多寡影響，此結果應是品種特性

差異所致。台秈 2 號之生長勢強於台粳 5 號，幼苗生長受育苗介質之影響不若台粳 5 號敏感。兩種水稻幼苗在各介質中根系發育情形如圖 1 所示，上圖每組水稻均由 10 株幼苗組成，台秈 2 號無論是地上部或根系生長勢均強於台粳 5 號，尤其是含廢白土牛糞堆肥之處理(D、E 及 F)。下圖添加三要素之處理(I)與有機質含量高之豬糞堆肥混土處理(H)相較之下，無論是台粳 5 號或台秈 2 號其水稻幼苗地上部及根系茂密程度相當，說明了應用高有機質含量之育苗介質替代慣用育苗施肥法之可行性，同時亦解決有機水稻栽培在育苗上之問題。

表 2.台粳五號水稻幼苗於不同介質之生長特性
Table 2. Growth factors of Tai-kcn 5 rice seedling in various media.

育苗介質	單株			10 株		
	株高	鮮重	莖徑	鮮重	乾重	含水率
	cm	g	Mm	--------g-------		%
蔗渣牛糞堆肥	5.93e[1]	0.20c	0.79e	1.73	0.31	82.1
蔗渣牛糞堆肥覆土	6.36e	0.22bc	0.84de	1.81	0.36	80.1
蔗渣牛糞堆肥混土; 2:1(w/w)	6.60c	0.26b	0.89bcd	2.32	0.44	81.0
廢白土牛糞堆肥	7.68cd	0.23bc	0.80de	2.16	0.37	82.9
廢白土牛糞堆肥覆土	8.66ab	0.35a	0.93abc	3.31	0.57	82.8
廢白土牛糞堆肥混土; 2:1(w/w)	9.03a	0.35a	1.01a	2.93	0.52	82.3
穀殼混土; 1:2(w/w)	7.34d	0.33a	0.94ab	2.82	0.59	79.1
豬糞堆肥混土; 1:1(w/w)	8.02bcd	0.23bc	0.75c	2.04	0.39	80.9
土壤混三要素 (5:5:3)	8.31abc	0.34a	0.93abc	2.75	0.64	76.7
土壤(對照組)	6.29e	0.20c	0.84cde	1.97	0.46	76.6

[1] Means in the same column followed by the same letter are not significantly different(p=0.05) by Duncan's multiple range test.

表 3.台秈 2 號水稻幼苗之於不同介質之生長特性
Table 3. Growth factores of Tai-sen 2 rice seedling in various media.

育苗介質	單株			10 株		
	株高	鮮重	莖徑	鮮重	乾重	含水率
	cm	g	mm	------g------		%
蔗渣牛糞堆肥	7.13d[1]	0.19d	0.85c	1.75	0.36	79.4
蔗渣牛糞堆肥覆土	7.18cd	0.22cd	0.94bc	1.82	0.39	78.6
蔗渣牛糞堆肥混土; 2:1(w/w)	8.0bc	0.25bc	0.94bc	2.32	0.45	80.6
廢白土牛糞堆肥	8.71b	0.28b	0.87c	2.71	0.56	79.3
廢白土牛糞堆肥覆土	7.61cd	0.28b	0.87c	2.73	0.55	79.9
廢白土牛糞堆肥混土; 2:1(w/w)	9.68a	0.37a	1.07a	3.28	0.66	79.9
穀殼混土; 1:2(w/w)	7.50cd	0.22cd	0.85c	1.84	0.46	75.0
豬糞堆肥混土; 1:1(w/w)	8.69b	0.39a	1.04a	3.60	0.70	80.6
土壤混三要素 (5:5:3)	8.53b	0.35a	1.00ab	3.02	0.69	77.2
土壤(對照組)	6.34e	0.22cd	0.92bc	2.09	0.45	78.5

[1] Means in the same column followed by the same letter are not significantly different(p=0.05) by Duncan's multiple range test.

水稻幼苗植株體及育苗介質內有效性養分含量之變化如表 4 及表 5。台粳 5 號水稻秧苗於廢白土牛糞堆肥混土處理之生長表現最佳(表 2)，但其植株內重要營養元素含量並未顯現特殊差異，此結果顯示，植株內 P、K、Ca、Mg、Mn、Fe、Cu、Zn 等元素含量多寡與其生長勢強弱並無直接關係，意即這些離子含量只須維持一適當濃度即可。此外，各處理之 pH 值均在 5.5 以上，顯示各離子均有較高的有效性[9]，供給水稻幼株之吸收。總體而言，有機質含量在 7%以上者(表 1)，植株體內有效性鉀含量較高，可能與鉀離子在介質的移動性高有關。由其生長介質殘留有效性養分分析結果(表 5)顯示，有機質含量在 7%以上之處理，仍留存有高量的有效性 P、K、Ca、Mg 等大量或次量元素(macro element)，而微量元素(micro element) Mn、Fe、Cu 等之含量則有相反之趨勢。此結果說明了有機質除了可提供育苗介質較高的養分勢能，並可藉由稀釋或吸附過程降低一些不良育苗土內重金屬，如 Cu、Zn 、Ni、Cd 等元素含量。此外，蔗渣牛糞堆肥混入煉油用廢白土後，有效性 P 及 Ca 含量反而增加，此增加量應是來自廢白土。廢白土蔗渣牛糞堆肥混土處理留存之巨量元素有效性含量較蔗渣牛糞堆肥混土處理者低，尤其是有效性 P，顯見廢白土蔗渣牛糞堆肥混土處理能提供幼苗較佳有效性養分利用。再者，豬糞堆肥混土處理內留存之有效性養分含量與其他兩個混土處理者相較之下有較高之趨勢，說明了豬糞堆肥若要用於水稻育苗介質時，仍可使用較低的比例 (小於 1：1) 與土壤混合。惟從解決育苗土不易取得的觀點來看，豬糞堆肥應用於水稻育苗介質，並不是很理想的材料。

表 4. 台粳 5 號水稻幼苗之有效性養分含量

Table 4. The available nutrients content in Tai-ken 5 rice seedling.

育苗介質	P	K	Ca	Mg	Mn	Fe	Cu	Zn
	------% ------		----------		ppm		----------	
蔗渣牛糞堆肥	0.277	3.19	855	1741	71	340	6.8	68.5
蔗渣牛糞堆肥覆土	0.281	3.50	1014	1791	76	145	4.3	79.0
蔗渣牛糞堆肥混土; 2:1(w/w)	0.242	3.25	729	1717	208	514	13	58.8
廢白土牛糞堆肥	0.484	3.31	595	2059	121	632	12	72.8
廢白土牛糞堆肥覆土	0.389	3.06	538	1788	125	948	8.0	69.0
廢白土牛糞堆肥混土;2:1(w/w)	0.255	3.13	971	1628	279	227	2.8	72.8
穀殼混土; 1:2(w/w)	0.295	2.56	1646	1453	464	311	4.3	58.3
豬糞堆肥混土; 1:1(w/w)	0.366	3.19	1868	2281	447	217	12.0	115.3
土壤混三要素 (5:5:3)	0.278	3.06	2330	1563	379	171	7.0	84.5
土壤(對照組)	0.243	2.88	2718	1844	70	231	47.8	114.3

表 5.台粳 5 號水稻育苗介質殘存效性養分含量

Table 5. The residually available nutrients content of seedling media for Tai-ken 5 rice seedling.

育苗介質	P	K	Ca	Mg	Mn	Fe	Cu	Zn
	ppm							
蔗渣牛糞堆肥	574	1286	7352	5003	120	80	0.4	67.3
蔗渣牛糞堆肥覆土	550	988	6825	3805	172	127	1.5	75.1
蔗渣牛糞堆肥混土; 2:1(w/w)	437	818	4878	2948	228	302	1.9	47.4
廢白土牛糞堆肥	615	936	7740	3945	111	216	1.3	76.1
廢白土牛糞堆肥覆土	605	998	7430	3833	146	190	1.0	71.9
廢白土牛糞堆肥混土; 2:1(w/w)	390	706	5005	2613	244	393	3.4	41.1
穀殼混土; 1:2(w/w)	57	158	981	499	174	445	8.0	15.3
豬糞堆肥混土; 1:1(w/w)	568	562	9115	3175	417	243	2.9	228
土壤混三要素 (5:5:3)	60	116	966	425	63	374	6.9	9.6
土壤(對照組)	37	46	975	535	44	332	7.3	10.9

討　論

土壤育苗法、稻殼育苗法及稻殼混合土壤育苗法等三種是目前水稻育苗慣用方式[11]。從苗土製備、肥料添加、裝箱、播種、覆土、堆積至綠化成苗等步驟繁複，其中苗土製備更經取土、運土、碎土、篩土等作業方式。因此，開發新介質以替代現行育苗土壤，是當今水稻育苗栽培上勢必進行的工作。本研究所調製育苗介質之 pH 及 EC 值均在適合植物生長之範圍(表 1)，而總體密度雖明顯大於園藝栽培用介質[7,8,10,12,14,17]，但與理想介質條件[1]相若。優良介質的物理性需具備適當的保水、排水及通氣能力，而總體密度則是一重要指標。本研究所調製之介質總體密度在 0.5-1gcm^{-1} 間最適於水稻育苗，其含水量約為 40-50%。水分和通氣是植物生長初期不可或缺之因子，Fonteno[19]指出栽培介質水分含量與其本身性質有很大關聯，在 1.5MPa 下不同介質無效水(unavailable water)含量有很大差異，一般土壤約 4%，而泥炭則可達 24%。因此，作物與介質在水分上的競爭，是育苗工作者應考慮的問題，畢竟水分過多或不足是影響作物生長勢能之要因之一。其次，栽培介質的通氣與水分含量是共存且互為消長，Hosein 等[21]的研究顯示包覆 CaO_2 之稻種，在浸水狀況下，仍有極佳之發芽生長，Bugbee 與 Fring[11]更進一步指出，通氣在 5%以下，植物生長便受到限制，11.3-20%下則呈現最佳生長狀況，而 33.6%以上則植物生長稍受影響。這些說明了混合廢白土之蔗渣牛糞堆肥比未混合者，使水稻幼苗展現更佳的生長勢(圖 1)，應是其能提供較適宜的水分含量及通氣情況。再者，為調製物理性佳之育苗介質，有機堆肥與土壤間之混合比例，仍有很大的探討空間[1,2,7,8,10,14]。

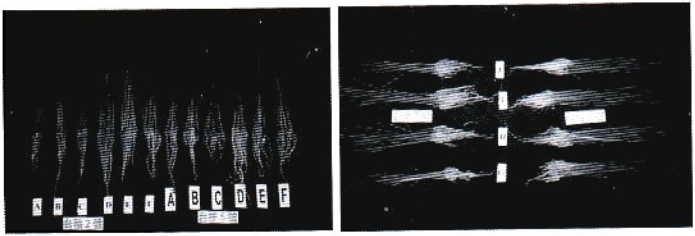


圖 1. 水稻幼苗在各介質根系發育情形 (A~J 所代表的介質如表一所示)

Fig1. Root system of rice seedling developing in various media. Symbol A to J as described in Table 1.

育苗介質除了物理性質外，化學性質會影響其保肥能力、滲透壓及營養分供應能力，進而影響到作物生長速度、高度、硬度、株型等[15]。本研究結果顯示，有機質含量在 7%以上之介質處理，均能提供較豐之有效性大量元素(P、K、Ca、Mg)(表 5)，然生長於育苗箱之水稻幼苗所含有效性養分含量與介質處理養分間並無關聯。對照組處理之幼苗亦能吸收高量之 Ca、Mg、Cu、Zn 等養分(表 4)，此結果可能是由介質 pH 值或植株根活性所支配，因養分離子的活度(Activity)在同 pH 值狀態下，仍有很大的差異[9]。再者，機械插秧育苗法中，稻殼亦是普遍運用之介質，El-Bltagy[18]認為稻殼應用於育苗介質時，因其肥份低及水分與養分易流失 以致抑制幼苗生長。李文輝[2]的研究顯示，稻殼混合土壤育苗時，以一份體積稻殼混合二份體積土壤為佳，且每箱添加硫酸鈣 5g、過磷酸鈣 5g 及氯化鉀 3g 可育出強健的幼苗。本研究稻殼混土之處理，無論是台稉 5 號或台秈 2 號幼苗之地上部或根系均發育較差(圖 1，G)。此外，含有稻殼之介質，植株枝葉部及根部錳含量有累積現象，甚者造成錳毒害[12]，本研究稻殼混土處理亦有相同的結果(表 4)。

育苗介質除了要有適當的物理和化學性質外，生物性質亦重要，包含根圍保護菌、菌根真菌、溶磷菌、固氮菌或解毒菌等功效，並能減少病蟲害[15]。本研究所應用之有機介質均經堆肥化，在試驗上並未使水稻秧苗出現病害，至於其是否具有良好的微生物相，而足以預防秧苗立枯病或徒長病之發生，仍待進一步的試驗加以證實。

有效性離子是增進作物幼莖生長之主因，而其幼根生長主要是受有機質影響，尤其是腐植物質的部分[13]。本研究中介質有機質含量在 7% 以上之處理，除了提供較理想之 pH、EC 及總體密度外(表 1)，其有效性大量元素之含量亦較豐(表 5)，使得水稻秧苗無論是幼莖或根系(圖 1)均優於對照組處理。廢白土煞渣牛糞堆肥混土(2:1;w/w)是本研究中最理想的調製介質，此處理之理化性質包括 pH、EC、有機質含量及總體密度可能較適於水稻幼苗之生長。再者，此處理植株與介質之有效性養分分析結果(表 4 及表 5)，處理間並無明顯差異，此結果隱含了在水稻育苗期間(約三週)，介質有效性養分含量只需維持適當濃度(一般土壤含量)即可，而其理化性質良窳纔是理想水稻育苗介質評鑑之因子。

廢白土蔗渣牛糞堆肥為高雄旗山糖廠自行配製之堆肥，而廢白土則是來自糖廠高雄小港沙拉油煉製廠吸著用活性白土。活性白土之 pH 為 3、總體密度約 0.7 gcm^{-3}、粒徑 50 μ 以下者佔 70% 、並富含 Si、Al、Fe、Mg、Ca 等成分，可能對水稻育苗介質之理化性質之增進有助益，經由本試驗結果顯示，此種堆肥應用為水稻育苗土之效果頗佳，是一種具有潛力之農、特產廢棄物製產品。此外，農、特產廢棄物應用在栽培介質上，若需與土壤混合時，其混合比例仍有很大的探討空間，且其成本分析及育苗後是否適用於田間機械插秧的模式，亦是很重要的考量因素。

誌　謝

本文完成承蒙行政院農委員會計畫經費補助(88 科技-1.1-糧—06)，試驗工作感謝稻作研究室馮鄭重良、涂玉珍及邱華英小姐協助及卓翠華小姐之文字繕打，亦感謝土壤肥料分析室同仁協助介質與植體分析，文成後復蒙鄧副場長耀宗斧正，謹致謝忱。

參 考 文 獻

1.王才義。1989。理想栽培介質之調製。P.65-75，第二屆設施園藝研討會專集。 台灣省農業試驗所鳳山熱帶園藝試驗所編。

2.李文輝。1978。稻殼育苗法試驗。P.200-204，稻作改良年報，台灣省政府農林廳編。

3.李文輝、莊商路。1982。機插苗齡對產覺影響試驗。P.211-215，稻作改良年報，台灣省政府農林廳編。

4.侯福分。1976。水稻機械插秧育苗法改進試驗。P.220-222。稻作改良年報，台灣省政府農林廳編。

5.侯福分、李文輝。1977。水稻機械插秧育苗墊育苗法試驗。P.194-200。稻作改良年報，台灣省政府農林廳編。

6.侯福分、陳川淵。1979。水稻機械插秧育苗板試驗。P.244-246。稻作改良年報，台灣省政府農林廳編。

7.倪正柱、黃淑汝與王才義。1991。金針菇堆肥之物理與化學性分析。中國園藝 37：153-167。

8.黃淑汝、倪正柱。1991。金針菇堆肥在木瓜及梨育苗之研究。中國園藝37：199-211。

9.張仲民。1988。普通土壤學。國立編譯館主編，茂昌圖書有限公司，台北市。

10.張明暉、向為民、與簡宣裕。1995。廢棄菇類木屑堆肥與粉碎稻殼混合介質容水、通氣之預估與育苗介質利用之評估。土壤肥料通訊 50：33-40。

11.曾富生、吳詩都。1996。農藝。P537-540，三民書局，台北市。

12.劉燕君、王才義。1992。稻殼介質對非洲菫生長之影響。興大園藝 7：41-53。

13.楊秋忠、陳立夫。1995。特殊有機質肥料(泥炭及腐植酸)之功效。P.141-158。有機質肥料合理施用技術研討會專刊，台灣省農業試驗所編。

14.蔡永暉。1996。農水產廢棄物堆肥化之開發及應用(II)瓜類育苗介質之研製及其理化性質。高雄區農業改良場研究彙報 8：43-53。

15.楊秋忠。1996。台灣本土介質之應用。土壤肥料通訊 53：5-8。

16.蘇昌吉、鄭明欽。1984。不同育苗基質育成秧苗對水稻生長及產量影響之研究。P.264-25。稻作改良年報，台灣省政府農林廳編。

17.Bugbee, G. J. and C.R.Frink. 1986. Aeration of potting media and plant growth. Soil Sci. 141：438-441。

18.El-Beltagy, M. S., A. S. El-Beltage, M.A. Maksoud and S. A. Mohamedien. 1986. A study on the influence of some transplant growing media on flowering and yield of tomato. Acta Hort. 190：515-522.

19.Fonteno, W.C. 1996. Growing media ： Types and physical / chemical properties. In D. Win. Reed (ed.) A Grower's Guide to Water, Media, and Nutrition for Greenhouse Crops. Ball Publishing, Illinris, USA.

20.Handreck, K. A. 1983. Particle size and the physical properties of growing media for containers. Commun. in Soil Sci. Plant Anal. 14：209-200.

21.Hosein, H., R. A. I. Brathwaite, and F. E. Cuevas Perez. 1991. Rice seedling emergence as affected by seed treatment and flooding regimes. Trop. Agri. 68：389-391.

22.Klute, A. 1986. Methods of Soil Analysis. Part 1, 2nd, Am. Soc. Agron. Pub., Medison, WI, USA.

23.Page, A. L., R. H. Miller, and D.R. Keeney. 1982. Methods of soil analysis Part2. Chemical and Microbiological properties. Am. Soc. Agron. Pub., Medison, WI, USA.

24.Waters, W. E., W. Llewellyn and J. Nesmith. 1970. The chemical, physical and salinity characteristics of twenty-seven soil media. Proc. Fla. State Hort. Soc. 83：482-488。

Improvement of Rice Seedling Media

L.F. Chen, Y.C. Chiu, D.Y. Zhong, and J.H. Guan

Abstract

Searching for a suitable media for rice seedling culture is in urgent need, recently. There are four agricultural wastes available for making rice seedling media, including processed sugarcane residue, cattle and pig faeces, and rice hull. These agricultural wastes were made into compost first, and ten different media were made for rice seedling culture. Two rice varieties, Taiken 5 (japonica) and Taisen 2 (indica) were used in this study. Three weeks after sowing, the rice seedlings were harvested. In addition to the measurement of the rice seedling characteristics, such as plant height, stem diameter, fresh weight and dry weight, the available nutrients content of rice seedlings and residual media were analyzed. The experimental results showed that, all the four agricultural wastes are good substitute media for soil, especially using the compost of processed sugarcane residue combined with active white clay and cattle faeces, mixed with soil (2:1; w/w), obtained the test result both for the Taiken 5 and Taisen 2. The compost of pig faeces mixed with soil (1:1; w/w) was the next after the best media for growing rice seedling. The range of the physical and chemical properties of the two media were pH 6.5-7.0, EC 700-710 μ Scm^{-1}, organic matter 7.1-7.2 %, and bulk density 0.9-1.0 gcm^{-3}. It indicated that the physical and chemical properties of media did affect the growth of rice seedling more than those available nutrients content of the media in the rice seedling stage. Furthermore, it is better to mix with soil while the agricultural wastes are used as rice seedling media. Direct utilization of the compost made from agricultural wastes as rice seedling media, or the media covered with soil may not promote the growth of rice seedling significantly.

Key words: rice, seedling media, organic wastes