

母莖育苗方式及基肥對 有機茭白筍產量及品質之影響¹

林煜恒²、蔡正宏³

摘 要

茭白(*Zizania latifolia* Turcz)為臺灣中部地區重要之蔬菜作物，目前茭白有機栽培尚無合適之育苗及基肥施用方式，而常有產量及品質不穩定情形。本研究利用不同有機質肥料作為基肥，搭配不同育苗方式，期建立合適之育苗及基肥施用模式。茭白以母莖直接定植法所生成之分蘖數較多，其一期筍產量高於育苗移植之對照組，採收時間亦提早13日，而採收期長達51日。利用碳化稻殼改良土壤後，茭白筍之鮮重、乾重、長度及鉀元素含量皆顯著增加。以有機堆肥做為基肥，全年產量較施用有機粒肥之對照組增加278.5 kg.0.1 ha⁻¹。因此茭白有機栽培時，利用母莖直接定植法，搭配碳化稻殼及有機堆肥作為基肥，可有效增進茭白產量及品質。

關鍵詞：茭白、有機栽培、茭白母莖、基肥、碳化稻殼

前 言

茭白為臺灣重要之莖菜類蔬菜，依據103年農業統計年報，臺灣茭白栽培面積為1,979 ha，年產量42,416公噸，主要產地集中於南投縣埔里鎮，種植約1,684 ha，占全臺85%以上⁽¹⁾。茭白筍採收季節為高溫多濕及多颱風豪雨之夏季，此時期蔬菜作物大多栽培不易，又由於茭白筍採收後易搬運及貯藏，而成為臺灣重要夏季蔬菜之一。

農民栽培茭白一般以分株法繁殖，待當年度二期筍採收完畢，茭白地上部進入休眠狀態，即可將距地面20~25 cm之母莖帶土掘起，進行育苗或待翌年直接種植栽培；但若栽培時肥料不足或遇乾旱，則筍小且厚膜孢子易顯現^(2,4,22)。近年來茭白有機栽培面積逐漸擴大，南投縣埔里地區通過有機認證之茭白田區目前已達五公頃；然而農民進行有機茭白栽培時，卻無合適之育苗及肥培管理方式，且有產量及品質不穩定之現象。因此有機資材之選擇及其有效性為目前茭白有機栽培需深入研究之方向⁽⁶⁾，亦為有機茭白農民最希望解決之問題。

理想的有機質肥料應為礦化速率快、氮含量高、磷及鉀含量較低之菜籽粕、花生粕等粕類，因其礦化速率快，易適時供應及調節水田作物生育所需養分，不僅符合經濟成本，亦能

¹ 行政院農業委員會臺中區農業改良場研究報告第 0873 號。

² 行政院農業委員會臺中區農業改良場助理研究員。

³ 臺北市政府工務局工程員。

充分供應氮素，並避免磷與鉀元素過度累積⁽¹¹⁾；惟需注意其施用時期及施用量，以求氮供應之平衡；若施用過量豆粕類有機質肥料，會因氮供應過多，而對水稻生育產生不良影響⁽¹⁵⁾。

茭白栽培每公頃需氮素200~250 kg、磷酐100~140 kg、氧化鉀100~200 kg⁽¹¹⁾。栽培有機茭白農民常以豆粕、雞糞、腐熟堆肥等作為肥料施用。筍農以慣行法栽培茭白時常大量施用肥料，而破壞環境生態污染，也浪費肥料成本，由地下50 cm及80 cm剖面水中氮分布差異可得知⁽⁷⁾，生產所施用之氮肥用量遠超過茭白生長所需。因此施肥之前應先排除田間水，並於湛水狀態下施肥，隔一、二日後再行灌水，以增加茭白植株之養分吸收率^(5,13)。

施用有機肥6 kg·m⁻²可有效促進茭白植株分蘗數，直接影響茭白產量，並可降低茭白筍基腐病發生機率⁽³⁾。常用之有機肥料包括幾類，豆餅、菜籽粕類之有效性氮含量較高，然大多為未經腐熟之新鮮有機物，故宜與其它粗質材料(如稻草、木屑、穀殼等)混拌，堆積醱酵後施用；牛、豬等腐熟禽畜糞堆肥中，氮元素含量較低，故栽培時需大量施用，且施用時最好有撒佈機配合操作；一般市售商業有機粒狀肥，其原料必須是不受污染之天然有機物質，產製過程中不得添加化學肥料，且需符合肥料管理之有機質肥料品目規定^(9,10,12)。

本研究利用不同有機質肥料作為基肥，並搭配不同育苗方式，期建立有機茭白栽培之最適育苗及基肥施用模式，增進有機茭白筍之產量與品質，期望穩定有機茭白栽培農民之收益。

材料與方法

一、植物材料及試驗地點

本試驗選用南投縣埔里地區慣用之茭白‘青殼種’，此品種黑心率低，且具早生、豐產及風味佳等特性，苗株購自埔里茭白育苗業者，於2012年在通過有機認證之茭白田區內進行試驗，面積共3公畝。

二、試驗項目及方法

(一)母莖育苗方式對茭白分蘗及產量之影響

本試驗於2011年二期茭白筍採收結束、植株進入休眠後，在11月14日從茭白田挖取距地面20~25 cm深之母莖，置於空曠處蔭乾。蔭乾後於2012年1月3日以行株距1.2×0.6 m密植於育苗田圃中，使其萌發幼苗，待幼苗生長至1~2片本葉時(約4週)以人工分株。在2012年2月3日以行株距1.3×1.3 m將育苗處理之幼苗及未進行育苗處理之母莖同時定植於田中，進行試驗。在定植後14、32、46、65及75天調查茭白植株分蘗數，同時記錄定植後至2012年第一期筍採收之時間及產量，每重複10株，共3重複。栽培管理及病蟲害防治依照農家要覽說明之方式進行，栽培過程中皆使用已通過有機認證之資材。

(二)施用碳化稻殼對土壤特性、茭白產量及品質之影響

試驗組田區每公畝地施用碳化稻殼(1 N:6 P:23 K, O. M 11%, pH 8~9) 1,000 kg及田酪豐田1號牛糞堆肥(N-P₂O₅-K₂O= 2.5-3-2.5, OM 70%) 1,000 kg；對照組田區則不施用碳化稻殼，以農民慣用之母莖直接定植方式種植。試驗組及對照組皆以農民慣用之富耕牌金賺錢

1號粉狀堆肥(N-P₂O₅-K₂O= 2.5-2-2) 1,750 kg作為堆肥。於第一及二期筍採收期調查植株生長性狀(株高、葉長、葉片數、筍鮮重、筍乾重)、茭白筍品質(元素分析、總可溶性固形物、澱粉)及產量。

(三)牛糞堆肥對茭白產量及品質之影響

栽培茭白時每公頃需施用氮素200~250 kg、磷酐100~140 kg與氧化鉀100~200 kg⁽¹¹⁾。因此試驗組田區施用田酪豐田1號牛糞堆肥(N-P₂O₅-K₂O= 2.5-3-2.5, OM 70%) 1,000 kg.0.1 ha⁻¹；對照組田區施用農民慣用之春暉有機粒狀肥(N-P₂O₅-K₂O= 2.5-3-2.5) 120 kg.0.1 ha⁻¹及豆粕80 kg.0.1 ha⁻¹。以農民慣用之母莖直接定植方式種植，定植後皆以農民慣用之富耕牌金賺錢1號粉狀堆肥(N-P₂O₅-K₂O= 2.5-2-2)作為追肥，比較施用不同基肥對茭白產量及品質之差異。

(四)土壤分析方法

土壤樣本依照本場土壤採樣分析規定採樣，經風乾後，以2 mm過篩，分別測定土壤化學性質。利用Bray No. 1方法抽取，並利用鉬藍法測定土壤有效性磷含量，使用焰光分析儀(Sharwood, 410)測定土壤交換性鉀含量，用原子吸收光譜儀(Hitachi, Z-5000型)測定土壤交換性鈣及鎂含量。土壤有機質含量則採用Walkley-Black法測定⁽¹⁹⁾。

(五)茭白品質分析方法

1. 植體元素分析

茭白植體樣品以70°C烘箱(Deng Yng, D060)烘乾，經濕灰法(硫酸)分解後，測定氮、磷、鉀、鈣及鎂含量。以微量擴散法測定全氮量⁽⁸⁾。全磷量利用鉬黃法測定之，於樣品萃取液加入鈳鉬酸鹽試劑後，形成黃色之鈳鉬磷酸複合物，利用分光光度計(Hitachi, U-2001)，測定420 nm之吸光值⁽²⁰⁾。利用焰光分析儀測定其全鉀量⁽¹⁷⁾，利用原子吸收分析儀測定其鈣及鎂含量⁽¹⁸⁾。有機質含量採用Walkley-Black法測定⁽¹⁹⁾。pH (WTW, Multi 3430)、EC (WTW, Terminal 740)值以水：材料為10:1萃取後測定⁽¹⁹⁾。

2. 可溶性固形物及澱粉含量分析

依據Chow和Landhausser (2004)之方法，加以修改後進行分析。茭白植體樣品經冷凍乾燥(Kingmech, ED24-4S-D)後磨粉，取0.1 g乾燥樣品加入10 mL去離子水，並置於30°C水浴槽(Hotech, 830S1)內3小時，後以轉速4,000 rpm離心(Sigma, 4K15) 10分鐘。離心後取上清液，分析可溶性固形物含量，底部沉澱物以去離子水充分清洗後烘乾，分析澱粉含量。進行可溶性固形物分析時，取0.2 mL上清液，加入含有4.8 mL去離子水之試管中，混合均勻後，取2 mL混合液於長試管內，並加入0.1 mL苯酚(90% liquid phenol)及6 mL硫酸(98% H₂SO₄) 混合均勻，後置於80°C水浴槽，靜置30分鐘，以分光光度計於波長490 nm下偵測其吸光值。測定澱粉含量時，取0.1 g乾燥樣品，加入2 mL去離子水，後置於100°C水浴槽中15分鐘，取出後迅速置於冰水中冷卻。冷卻後加入2 mL過氯酸(9.2 N HClO₄)震盪15分鐘，後以去離子水定量至10 mL，並置於10°C下以轉速10,000 rpm離心10分鐘。離心結束後，取0.1 mL上清液，加入1.9 mL去離子水、0.1 mL苯酚(90% liquid phenol)

及6 mL硫酸(98% H₂SO₄)，混合均勻後，置於80°C水浴槽，靜置30分鐘，以分光光度計於波長490 nm下偵測其吸光值。以濃度100 ppm葡萄糖溶液作為標準品，葡萄糖樣品以序列稀釋法分別加入20 µL苯酚(90% liquid phenol)及1.2 mL硫酸(98% H₂SO₄)，混合均勻後，置於80°C水浴槽，靜置30分鐘，以分光光度計偵測波長490 nm下之吸光值。試驗樣品之可溶性固形物及澱粉含量可以內插法計算得知。

三、試驗設計與統計分析

本試驗採用隨機完全區集設計(randomized complete block design, RCBD)，每試驗以2區集進行。於茭白生育調查及品質分析，每試驗項目取樣3重複，每重複10株。試驗數據以SAS統計軟體進行T-test，分析各處理間有無顯著差異。

結 果

一、母莖育苗方式對茭白分蘖及產量之影響

母莖育苗處理組在第32天開始至75天，平均分蘖數顯著高於對照組育苗移植處理。植株高度部分於生育初期14~46天以育苗移植者較高，但第65天後母莖育苗處理與育苗移植間即無顯著差異(表一)。茭白筍一期作產量(4~7月)母莖育苗處理組累計總產量1,107 kg.0.1 ha⁻¹，高於對照之育苗移植組867 kg.0.1 ha⁻¹，產量多出240 kg。且種植至採收期以母莖育苗者之日數較短，較育苗移植處理快13天採收，而母莖育苗者採收期較長，可達92天；育苗移植者採收期僅41天，產期比較集中(表二)。

表一、母莖育苗方式對茭白植株生育之影響

Table 1. Effects of mother stalk planting methods on the growth of water bamboo shoot

Treatment	14 DAP ¹	32 DAP	46 DAP	65 DAP	75 DAP
	Number of tillers				
Direct planting	8.7	18.6	21.7	22.3	24.3
Transplanting	9.9	12.6	15.2	17.5	18.6
Significance (T-test)	ns ²	***	**	**	***
	Plant height (cm)				
Direct planting	45.4	78.3	139	170	183
Transplanting	58.4	112	177	180	183
Significance (T-test)	***	***	***	ns	ns

¹ DAP: days after planting.

² ns, **, ***: not significant and significant at $P < 0.01$ and < 0.001 , respectively.

表二、母莖育苗方式對茭白一期產量與採收天數之影響

Table 2. Effects of mother stalk planting methods on the yield and harvest period of first crop of water bamboo shoot

Treatment	Monthly yield (kg.ha ⁻¹)				Total yield (kg.ha ⁻¹)	Planting to harvest (day)	Harvest period (day)
	Apr.	May.	Jun.	Jul.			
Direct planting ¹		410	550	148	1107	84	92
Transplanting ²	189	602	76		867	97	41

¹ Direct planting treatment: transplanting on 2012/02/03; first harvest on 2012/05/03; last harvest on 2012/07/29.

² Transplanting treatment: transplanting on 2012/02/03; first harvest on 2012/04/20; last harvest on 2012/06/05.

二、施用碳化稻殼對土壤特性、茭白產量及品質之影響

於試驗進行前後分別測定土壤肥力，結果顯示，試驗進行前土壤pH值為4.87，屬強酸性土壤；施用碳化稻殼與堆肥改良土壤後，pH值升高為5.03，土壤中磷、鉀、鈣及鎂含量皆有所提升(表三)。施用碳化稻殼作為茭白基肥後，植株鮮重與乾重顯著高於對照組，然植株內磷含量顯著低於對照組，鎂含量則在第100天時顯著低於對照組；對照組帶殼筍鮮重、脫殼筍鮮重、脫殼筍長及氮含量皆顯著高於對照組，而磷含量仍顯著低於對照組(表四、五)；兩處理全年總產量相近，但種植時間不同則有所差異(圖一)；茭白筍之可溶固形物含量以碳化稻殼處理組顯著低於對照組，澱粉則無差異(表六)。

表三、碳化稻殼作為茭白基肥前後之土壤肥力

Table 3. Soil fertility variation on the pre/post applying carbonized rice husk as basal fertilizer for water bamboo shoot

Time	pH	EC (dS.m ⁻¹)	O.M. (%)	P	K	Ca	Mg
Pre-treatment	4.87	0.56	3.54	57	67	547	47
Post-treatment	5.03	0.69	3.80	63	109	611	62

表四、施用碳化稻殼為基肥對茭白植株生長之影響

Table 4. Effect of carbonized rice husk as basal fertilizer on the growth of water bamboo shoot

Treatment	Plant height (cm)	Fresh weight (g)	Number of leaves	Dry weight (g)	N (%)	K (%)	P	Ca	Mg
60 DAP ¹									
CK	114	10.6	4.1	1.4	2.11	2.54	424	1343	1083
Carbonized rice husk	126	17.6*	3.7	3.1	2.23	2.99	269	1587	1010
Significance (T-test)	ns ²	*	ns	**	ns	ns	***	ns	ns
100 DAP									
CK	178	44.8	4.2	6.1	1.81	1.17	351	2143	1025
Carbonized rice husk	177	58.9	4.9	7.9	2.02	1.99	156	2116	825
Significance (T-test)	ns	ns	ns	**	ns	***	***	ns	***

¹ DAP :days after planting.

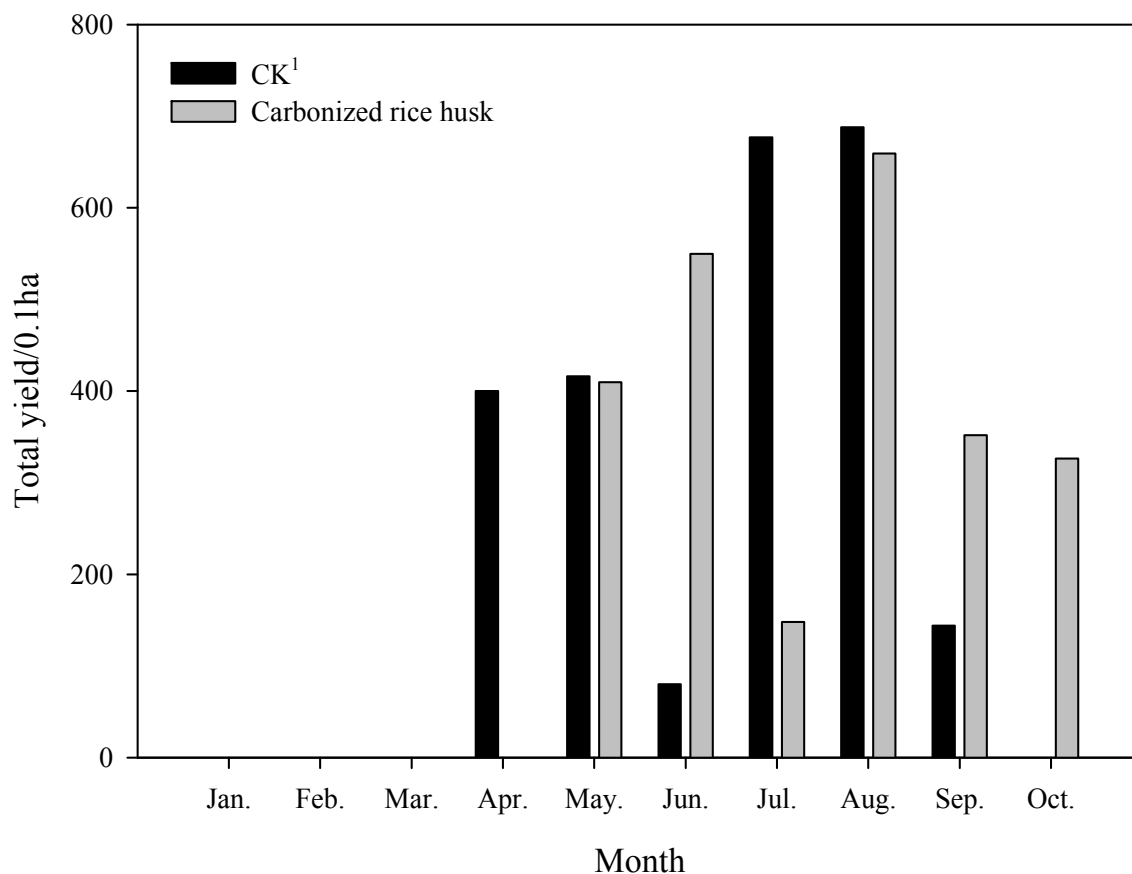
² ns, *, **, *** : not significant, and significant at $P < 0.05$, < 0.01 and < 0.001 , respectively.

表五、施用碳化稻殼為基肥對茭白筍性狀及元素含量之影響

Table 5. Effect of carbonized rice husk as basal fertilizer on the growth and nutrient content in water bamboo shoot

Treatment	Fresh weight	With shell off freshweight	With shell off dry weight	With shell off length	N	K	P	Ca	Mg
	(g)	(g)	(g)	(cm)	(%)		(mg.kg ⁻¹)		
CK	101	48.9	3.5	14.4	2.3	4.5	423	951	1330
Carbonized rice husk	118	59.4	4.2	15.7	2.8	5.2	287	1049	1532
Significant (T-test)	* ¹	**	ns	ns	**	ns	***	ns	ns

¹ ns, *, **, ***: not significant, and significant at $P < 0.05$, < 0.01 and < 0.001 , respectively.



圖一、施用碳化稻殼為基肥之茭白筍全年產量

Fig. 1. The monthly yield of water bamboo shoot with carbonized rice husk as basal fertilizer

¹ The cumulative annual yield is 2404.8 and 2444.8 kg per 0.1 ha for the control and carbonized rice husk.

表六、施用碳化稻殼及不同有機基肥對茭白內總可溶性固形物與澱粉含量之影響

Table 6. The carbonized rice husk and different organic fertilizer as basal fertilizer on the total soluble solids and starch contents in water bamboo shoot

Treatment ³	Total soluble solids (mg.kg ⁻¹)	Starch (mg.kg ⁻¹)
CK ¹	1.77	0.18
Carbonized rice husk	1.68	0.16
Significance (T-test)	* ²	ns
Organic fertilizer	1.53	0.25
Compost	1.74	0.22
Significance (T-test)	*	ns

¹ CK: no Carbonized rice husk.² ns, *: not significant and significant at $P < 0.05$.³ Transplanting on 2012/02/03; first harvest on 2012/05/03; last harvest on 2012/07/29

三、施用牛糞堆肥對茭白產量及品質之影響

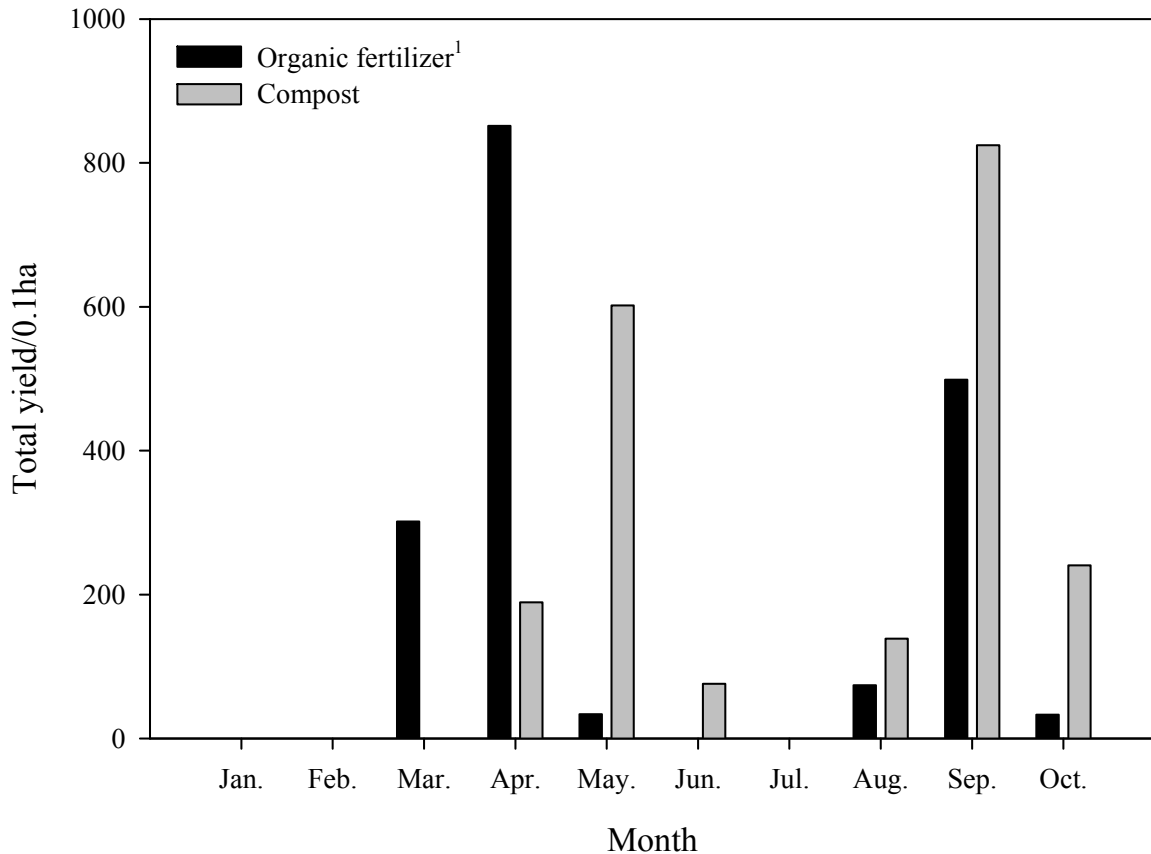
本試驗比較有機牛糞堆肥及粒狀肥作為基肥，對於有機茭白產量及品質之影響。結果顯示，有機茭白栽培施用有機牛糞堆肥或粒狀肥，其株高、葉片數及茭白筍鮮、乾重於定植60天後皆無顯著差異。施用粒狀肥組之葉片數、茭白筍鮮、乾重、筍內氮、鉀及鈣元素含量，於定植100天後皆顯著高於有機牛糞堆肥組(表七)。一期茭白筍產量以農民慣行施粒狀肥較高，但二期筍則以施用有機牛糞堆肥之處理較高，全年總產量亦較對照組高278.5 kg.0.1 ha⁻¹(圖二)。

表七、有機基肥對茭白植株生育及元素含量之影響

Table 7. Effect of organic basal fertilizer on the plant growth and nutrient content of water bamboo shoot

Treatment ³	Plant height (cm)	Plant fresh weight (g)	Number of leaves	Plant dry weight (g)	N (%)	K (%)	P (mg.kg ⁻¹)	Ca (mg.kg ⁻¹)	Mg (mg.kg ⁻¹)
60 DAP ¹									
Organic fertilizer	179	67.5	5.0	13.2	1.9	3.3	230	1186	1121
Compost	180	66.2	4.8	15.1	2.0*	3.6	258	1997	940
Significance (T-test)	ns ²	ns	ns	ns	*	ns	*	ns	*
100 DAP									
Organic fertilizer	183	74.2	4.3	16.1	1.8	1.9	353	2143	1025
Compost	186	84.9	5.0	19.7	2.4	1.2	318	2973	979
Significance (T-test)	ns	**	*	***	***	***	ns	***	ns

¹ DAP: days after planting.² ns, *, **, ***: not significant, and significant at $P < 0.05$, < 0.01 and < 0.001 , respectively.³ Transplanting on 2012/02/03; first harvest on 2012/05/03; last harvest on 2012/07/29.



圖二、施用不同有機基肥之茭白筍全年產量分布

Fig. 2. The monthly yield performance of water bamboo shoot with organic basal fertilizers

¹ The cumulative annual yield is 1,792.4 and 2,070.9 kg per 0.1 ha for the organic fertilizer and compost.

討 論

本研究利用不同有機質資材作為基肥進行處理，並搭配不同育苗方式，以建立栽培有機茭白時最適之育苗及基肥施用模式。由於茭白植株分蘖為其主要孕筍處，因而於生育期間增加分蘖數，可使產量顯著增加⁽¹⁶⁾。以茭白母莖直接定植法栽培有機茭白，可有效增加茭白植株分蘖數。然因於栽培初期須維持較低水位，但栽培初期雜草防治不易，建議可於植株葉片達可淹水高度時，提高田間水位，以抑制雜草滋生。以移植苗進行栽培時，因須先於育苗田育苗，待幼苗生長至1~2片本葉後再移植至本田，故較母莖直接定植法費工，且因分株後所切下之幼苗較小，分蘖芽體數量受限，故第一期筍產期集中，並於6月中之前即結束產期；而因其一期筍產期提早結束，採收後一般會進行刈頭處理，夏季栽培時可有效防治長綠飛蟲及胡麻葉枯病發生。以母莖直接定植法種植，第一期筍產期較長，可採收至7月下旬，至中秋節前

後接續採收第二期筍，因此第一期筍採收結束後，一般不會進行刈頭處理，全年總產量亦較移植法高。

利用碳化稻殼作為有機茭白栽培之基肥，有顯著促進植株生育及茭白筍品質之效果，惟植株及筍中有效性磷含量皆顯著低於對照組，推測碳化稻殼本身pH值介於7~8間，每分地施用1,000 kg後，易導致土壤處於鹼性狀態，而使土壤中有效性鈣及鎂元素易形成磷酸鈣及磷酸鎂沉澱，有效性磷含量亦有降低情形^(14,21)。有機粒肥分解速率較有機堆肥快，因此在一期筍可直接反應於產量。使用有機堆肥作為基肥，雖氮、磷、鉀元素含量較一般有機粒肥低，肥分釋放速率也較豆粕低，但肥分釋放期可持續長達5個月，而有機粒肥僅約100天⁽⁹⁾。

比較有機牛糞堆肥及粒狀肥使用成本支出，有機牛糞堆肥價格每公斤6元，每分地施用成本為6,000元；粒狀肥每公斤17.5元，每分地施用成本為1,500元，加上豆粕1,040元，成本為2,540元。雖使用有機牛糞堆肥之生產成本比使用粒狀肥高出3,460元，但使用有機牛糞堆肥作為基肥，可使茭白筍年產量增加278.5 kg.0.1 ha⁻¹，如以契作價格85元.kg⁻¹計算，每年每分地可增加23,673元之收益，因此進行茭白有機栽培時，利用有機牛糞堆肥作為基肥具有經濟效益。未來栽培有機茭白時，可建議於整地時施用足量有機牛糞堆肥作為基肥，搭配部分有機粒狀肥作為栽培前期之養分，應可呈現較均勻之肥份釋放狀態，增進有機茭白筍之生育及產量。

誌 謝

本研究承蒙埔里茭白有機栽培農友洪權宏、李木旺與李皓丞先生協助栽培，本場蔬菜研究室同仁協助分析及資料整理，謹致謝忱。

參考文獻

1. 行政院農業委員會農糧署 2014 農情報告資源網。
2. 呂理燊、高清文 1982 茭白筍組織之電子顯微鏡觀察 植物保護學會會刊 24: 247-252 http://agr.afa.gov.tw/afa/afa_frame.jsp。
3. 劉政道 1977 茭白外部形態及其花器構造之研究 中國園藝 23(6): 281-289。
4. 洪聖峰、陳舜英 2000 茭白作物之演化、利用與育種方向 農政與農情 366: 93-97。
5. 江解增、邱屆娟、韓秀芹、曹碁生、朱慶森 2004 茭白生育過程中地上各部位內源激素的含量變化 武漢植物學研究 22(3): 245-250。
6. 郭肇凱、蔡宜峰、魏芳明 2009 茭白筍有機栽培實務 P.125-132 行政院農業委員會臺中區農業改良場特刊第96號。
7. 賴文龍 2005 休耕田綠肥作物栽培利用 臺中區農情月刊第73期。
8. Bremner, J. M. and C. S. Mulvaney. 1982. Nitrogen-total. P.595-624. In: Page, A. L., H. Miller and D. R. Keeney (eds.) Methods of soil analysis. Part 2. Academic Press, Inc., New York.

9. Cheng, L. J. and D. Guo. 2006. The biochemical changes during stem swelling in *Zizania latifolia*. *Acta Horticulturae Sinica*. 6: 741.
10. Chow, P. S. and S. M. Landhauser. 2004. A method for routine measurements of total sugar and starch content in woody plant tissues. *Tree Physiol*. 24: 1129-1136.
11. Chung, K. R. and D. D. Tzeng. 2004. Nutritional requirements of the edible gall-producing fungus *Ustilago esculenta*. *J. Biol. Sciences* 4(2): 246-252.
12. Din, X., X. S. Xu and W. Chen. 1991. A preliminary study on the development of "Male" and smutted Tillers of *Zizania caduciflora* Hand. *J. Wuhan Botan. Res.* 9(2): 115-120.
13. Doehlemann G., K. V. D. Linde, D. Amann, D. Schwambach, A. Hof, A. Mohanty, D. Jackson and R. Kahmann. 2009. A secreted effector protein of *Ustilago maydis*, is required for successful invasion of plant cells. *Plos. Pathog.* 5(2): e1000290.
14. Doehlemann G., R. Wahl, M. Vranes, R. P. de Vries and J. Kämper. 2008. Establishment of compatibility in the *Ustilago maydis*/maize pathosystem. *J. Plant Physiol.* 165: 29-40.
15. Huang, C. S. 1978. Cytological and agronomical studies on American wild-rice, *Zizania palustris* and its related species. *J. Agr. Ass. China*. 103: 20-42.
16. Hung, S. F., T. L. Chang, I. Z. Chen, D. C. N. Chang. 2006. Anatomic observation of the symbiotic coba (*Zizania latifolia turcz.*) and *Ustilago esculenta* P. Henn. *J. Taiwan Soc. Hort. Sci.* 52(3): 291-296.
17. Kundsén, D. and G. A. Peterson. 1982. Lithium, sodium, and potassium. P.225-246. In: Page, A. L., H. Miller and D. R. Keeney (eds.) *Methods of Soil Analysis. Part 2.* Academic Press, Inc., New York.
18. Lanyon, L. E. and W. R. Heald. 1982. Magnesium, calcium, strontium, and barium. P.247-262. In: Page, A. L., H. Miller and D. R. Keeney (eds.) *Methods of Soil Analysis. Part 2.* Academic Press, Inc., New York.
19. Marriott, E. E. and M. M. Wander. 2006. Total and labile soil organic matter in organic and conventional farming systems. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 70: 950-959.
20. Olsen, S. R. and L. E. Sommers. 1982. Phosphorus. P.403-430. In: Page, A. L., H. Miller and D. R. Keeney (eds.) *Methods of Soil Analysis. Part 2.* Academic Press, Inc., New York.
21. You, W., Q. Liu, K. Zou, X. Yu, H. Cui and Z. Ye. 2011. Morphological and molecular differences in two strains of *Ustilago esculenta*. *Curr. Microbiol.* 62(1): 44-54.
22. Zhang, J. Z., F. Q. Chu, D. P. Guo, K. D. Hyde and G. L. Xie. 2012. Cytology and ultrastructure of interactions between *Ustilago esculenta* and *Zizania latifolia*. *Mycol Progress.* 11: 499-508.

Effects of Planting Method and Basal Fertilizer on the Yield and Quality of Organic Water Bamboo Shoots¹

Yu-Heng Lin² and Jeng-Hong Tsai³

ABSTRACT

Water bamboo shoot (*Zizania latifolia* Turcz.) is one of the important vegetables in central Taiwan. However, it has no rational planting method and fertilization management regime for organic production yet. The yield and quality of organic water bamboo shoot are often instable. This study was aimed to establish suitable planting and fertilization management model for organic production of water bamboo shoots. The result showed that the direct planting of mother stalks could not only obtain more tillers and shoot yield in first crop than the transplanting seedling method, but also 13 days earlier reached to first harvest and the production period extended to 51 days. The Carbonized rice husk used found as to improve the soil texture and as to increase the fresh weight, dry weight, plant height and potassium content of water bamboo shoots significantly. As comparing with the commercial organic fertilizer treatment, the organic compost as basal fertilizer treatment could also increase the annual yield of water bamboo shoot efficiently up to 278.5 kg.0.1 ha⁻¹. In conclusion, apply with direct planting mother stalk method and supply with carbonized rice husk and organic compost as basal fertilizer could be not only to improve the soil texture but also to increase the quality and yield for water bamboo shoot.

Key words: water bamboo, stalks, organic culture, basal fertilizer, carbonized rice husk

¹ Contribution No. 0873 from Taichung DARES, COA.

² Assistant Researcher of Taichung DARES, COA.

³ Engineer, Public Works Department, Taipei City Government, Taipei, Taiwan, R.O.C.