

有機資材應用對茭白筍生長發育及產量之影響¹

藍玄錦²、林煜恆²、陳俊位³

摘 要

茭白筍(*Zizania latifolia* Turcz)為臺灣中部地區夏季重要之蔬菜作物，目前茭白筍有機栽培，尚未建立完整之操作方式，而常有產量及品質不穩定情形。本研究係以微生物製劑與有機資材應用於茭白筍種苗處理、土壤改良及有機追肥施用，瞭解其對茭白筍生長發育及產量之影響，期能建立合適之育苗、栽種及基肥施用之有機栽培模式。試驗結果顯示以微生物製劑處理進行定植60日後之茭白母莖，其萌芽數為2.7~3.3及株高為64.7~91.4 cm，皆較為未處理者的萌芽數1.7及株高50.7 cm為佳，其中以木黴菌處理之茭白苗發育效果最佳。利用矽酸鈣改良土壤後，可提高土壤中之酸鹼值及有機質含量，並增加茭白筍植株之生長勢，產量較未施用者高13.5%。利用黃豆粕作為追肥可有效提高二期筍單筍品質。以棕櫚灰浸出液適時作為鉀肥之補充，分蘖數可較未施用者增進6.6~9.5% (一期作)、10.6~12.3% (二期作)，且可提升茭白筍品質及整齊度。由試驗結果得知茭白筍有機栽培時，先以微生物製劑進行母莖種苗處理，搭配矽酸鈣進行土壤改良，再以黃豆粕及棕櫚灰浸出液作為追肥等有機綜合栽培技術模式，較傳統有機栽培方法，可有效促進生長勢及提高產量，本技術之建立可作為茭白筍農進行有機栽培時之參考依據。

關鍵詞：茭白筍、有機栽培、微生物製劑、矽酸鈣、黃豆粕、棕櫚灰

前 言

茭白筍為臺灣重要之莖菜類蔬菜，依據105年農業統計年報，臺灣茭白筍栽培面積為1,918 ha，年產量43,331 t，主要產地集中於南投縣埔里鎮，種植約1,613 ha，占全臺84%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。

茭白筍栽培管理技術成熟，但由於土地面積有限，採用連作方式經營，又因為電照、刈頭等產期調節之技術發明，使得耕地土壤鮮少有休息機會；茭白筍為耐肥性作物，如果肥料不充足或乾旱，則筍小，且厚膜孢子易顯現^(2,3,4,13,20)，依據茭白筍合理化施肥量為每公頃氮素250 kg、磷酐140 kg、氧化鉀200 kg，目前農民慣行栽培茭白筍施肥量則約為氮素每公頃氮素390 kg、磷酐210 kg及氧化鉀254 kg，遠超出其需要之肥分，除造成環境生態污染，也浪費

¹ 行政院農業委員會臺中區農業改良場研究報告第 0931 號。

² 行政院農業委員會臺中區農業改良場助理研究員。

³ 行政院農業委員會臺中區農業改良場研究員兼分場長。

肥料成本⁽⁶⁾。大量使用化學肥料，使土壤理化特性變差，加上長年淹水易造成元素缺乏及土壤通氣性下降，再者因近年氣候變遷等因素，都間接造成茭白筍產量年年下降之趨勢。因此希望利用友善環境的有機栽培模式，改變現有慣行栽培之瓶頸。近年來茭白筍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筍田區目前已達5 ha；然而農民進行有機茭白筍栽培時，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筍有機栽培需深入之研究方向，亦為有機茭白筍農民最希望解決之問題⁽⁵⁾。

前人研究指出每平方公尺施用有機肥6 kg可有效促進茭白筍植株分蘗數，直接影響茭白筍產量，並可降低茭白筍基腐病發生機率⁽⁸⁾。粕類之有機肥料，主要種類有黃豆粕、花生粕及菜子粕等20餘種，其為榨油後之農業副產物，尚含有油脂、蛋白質、碳水化合物等，其含肥分越高分解越迅速，分解後釋出之元素可提供作物生長所需。然而粕類質之資材有效性氮含量較高，磷、鉀較缺乏，宜與草木灰混合施用，以調整肥分之供需⁽⁹⁾。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⁽⁵⁾，然農友於栽培操作過程中，往往長期施用單一種類之商業有機質肥料而造成土地養分不均，甚至有鹽害的發生^(5,9)，如何直接將農業副產物回收再應用於作物栽培生產上是一大課題。

功能性微生物製劑為新一代的生物製劑，係將菌種結合各類繁殖資材，並依據使用目的，開發出各種不同之產品。不同的菌種於繁殖過程中會產生多種代謝產物及衍生物，這些產物包含供應植物生長的養分、氨基酸、荷爾蒙、抗生素及二次代謝物等，依使用的用途可應用在農業、畜牧業、養殖業、環保、醫療、衛生消毒及再生能源等產業上^(7,10,19)。

本研究利用微生物製劑進行種植前處理、矽酸鈣進行土壤改良，並利用農業生產剩餘物質黃豆粕、棕櫚灰等作為追肥，建立有機茭白筍栽培之最適土壤改良、育苗及追肥施用模式，增進有機茭白筍之產量與品質，期望穩定有機茭白筍栽培農民之收益。

材料與方法

一、茭白筍母莖以功能性微生物製劑浸種處理對生長之影響

本試驗之品種為‘青殼種’，試驗地點位於彰化縣大村鄉。茭白筍母莖先分別以清水(對照組)、木黴菌菌液(10^7 cfu/ml)、木黴菌與幾丁質醱酵液肥80 ml、液化澱粉芽孢桿菌菌液(10^7 cfu/ml)，浸泡20分鐘後瀝乾，再行種植。以長寬44 cm × 45 cm之歐式盆種植，每處理5盆，每盆種植5個母莖，共25株。於定植後30、60日調查與對照組分蘗數、株高、葉長、葉數、葉寬、芽數及葉綠素指數(SPAD，以葉片在兩種波長650 nm和940 nm照射下之透光係數，計算葉片傳輸光的數量之比值，來確定葉片當前葉綠素的相對數量，SPAD值與葉綠素之間成正比例關係可以評估植物健康狀況、生長狀態)等。

二、施用矽酸鈣對土壤特性、茭白筍生育性狀及產量之影響

試驗之品種為茭白筍‘台中1號’，試驗之地點位於南投縣埔里鎮一新里林宥岑農戶之田區，試驗面積為處理組0.1 ha，對照組0.1 ha。本試驗於施用前先進行土壤取樣，再施用矽酸鈣(SiO_2 : 49.5%， CaO : 32.3%， MgO : 0.3%， Fe_2O_3 : 0.7%，購於優越實業有限公司)，施用量為每分地200 kg。施用後進行濕整地，待沉澱後，進行種植。於第一期作之最高分蘖期時，調查株高、葉長、葉寬、葉鞘長及有效分蘖等數據，每處理調查3重複，每重複5株。最後再於一期作採收完畢時進行總產量之計算，並進行土壤取樣。本試驗土壤採集之方法，則依據本場土壤樣品採集規定之方式進行，每處理每次採取5個點。

三、不同追肥種類對茭白筍產量與品質之影響

不同追肥處理試驗地點位於南投縣埔里鎮珠格里之李木旺、洪權宏二位農戶之田區，該二處田區皆為通過有機認證之茭白筍栽培田區，栽培之品種亦為‘青殼種’，苗株皆為農戶自行留種，面積各分為處理組0.1 ha、對照組0.1 ha。種植前分別對每塊茭白筍試驗田做土壤檢測與分析各試驗田試驗區與對照區依農民習慣施用相同基肥追肥試驗：有機肥施用量之估算公式=(需施用元素量)÷(有機肥元素含量)÷(1-有機肥水分含量)÷(有機肥元素礦化比率)，下列試驗依照此公式估算，粕類礦化率依前人研究80%進行估算。單質粕類(黃豆粕 $\text{N}:\text{P}_2\text{O}_5:\text{K}_2\text{O}=8:2:3$ ，30 kg裝)：基肥以每分地施用15包(約35 kg氮肥)，追肥施用時間及用量分別為：定植後40天使用10%，定植後70天施用10%，一期筍採收前施用10%，一期筍採收完畢施用20%，二期筍採收前施用20%。對照處理區之有機肥以市售有機肥二種(A： $\text{N}:\text{P}_2\text{O}_5:\text{K}_2\text{O}=5:2:2$ 、B： $\text{N}:\text{P}_2\text{O}_5:\text{K}_2\text{O}=4:2:6$ 混用，20 kg裝)，以每分地施用35包(約35 kg氮肥)，追肥施用時間及用量分別為：定植後40天使用A 10%、定植後70天施用A 10%、一期筍採收前施用B 10%、一期筍採收完畢施用B 20%，二期筍採收前施用B 20%。評估不同有機質追肥對茭白筍品質之影響，以4~7月所生產之茭白筍為1期筍，於開始採筍後第10、30、50天採集樣品，每次收穫量每處理取20重複(支)，測量剝殼筍重量、剝殼筍長、全可溶性固形物與澱粉含量，並記錄每月收穫量與前年收穫量比較。8月後至10月所產筍為2期筍，開始採筍後第15、25、35天採集樣品，測定產量與品質之方式如上所述。

四、有機鉀肥對於茭白筍孕筍期分蘖及筍莖品質之影響

試驗地點位於南投縣埔里鎮珠格里之李木旺、洪權宏二位農戶之田區，該二處田區皆為通過有機認證之茭白筍栽培田區，栽培之品種亦為‘青殼種’，苗株皆為農戶自行留種，試驗處理分別為清水(對照組)、有機鉀肥萃取液稀釋150倍、有機鉀肥萃取液稀釋300倍、有機鉀肥萃取液稀釋450倍，有機鉀肥萃取液稀釋液為秤取一定量之棕櫚灰資材後，依據其稀釋倍數以體積比之方式進行水分添加，於陰涼處放置隔夜，再將殘渣過濾，進行田間施用，製作完之鉀肥稀釋液成分如表一所示。施用時間分別於第一期及第二期茭白筍孕筍期前45日，施用有機鉀肥4~5次，均勻噴施於葉片及全株至茭白筍採收期。每處理2重複，每重複20株茭白筍，田間排列採隨機完全區集設計(Randomized complete block design, RCBD)。於茭白筍第一期及

第二期採收期進行植株生育狀況調查，包括株高、葉長、葉寬、分蘗數；並進行其對茭白筍品質之影響，測量剝殼筍重量、剝殼筍長、全可溶性固形物與澱粉含量等性狀。以4~7月所生產之茭白筍為一期筍，8月後至10月所產筍為二期筍。

表一、棕櫚灰稀釋液特性分析

Table 1. The characteristics of palm ash dilution

Treatment ¹	pH	EC (dS m ⁻¹)	Nutrient content (ppm)			
			K	Na	Ca	Mg
A	6.5	111.6	1.3	9.4	12.1	3.1
B	6.9	183.2	14.7	10.1	12.3	3.3
C	6.8	155.2	5.4	9.8	11.7	3.3
D	6.7	155.8	3.8	10.2	11.6	3.4

¹A: Water (Control); B: Organic potassium fertilizer solution at 150-fold dilution; C: Organic potassium fertilizer solution at 300-fold dilution; D: Organic potassium fertilizer solution at 450-fold dilution.

五、土壤樣本分析方法

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。土壤EC及pH用水：土(1：1)萃取玻璃電法測定，有機質含量採用Walkley-Black法測定，有效性磷用Bray No.1方法抽取並用鉬藍法測定，交換性鉀用1M醋酸銨(pH 7.0)土：溶液比1：10抽出液，用焰光分析儀(Sharwood, 410)測定，交換性鈣、鎂含量用原子吸收分析儀(Hitachi, Z-5000型)測定，用0.1 M鹽酸抽出液萃取土壤後，用原子吸收分析儀分別測定銅、錳、鋅及鐵含量^(11,14,15,16,17)。

六、茭白筍品質分析方法

1. 植體元素分析

茭白筍植體樣品以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⁽¹¹⁾。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⁽¹⁷⁾。利用焰光分析儀測定其全鉀量⁽¹⁴⁾，利用原子吸收分析儀測定其鈣及鎂含量⁽¹⁵⁾。有機質含量採用Walkley-Black法測定，pH (WTW, Multi 3430)、EC (WTW, Terminal 740)值以水：材料為10:1萃取後測定⁽¹⁶⁾。

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。茭白筍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 hr，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(9.2N 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⁽¹²⁾。

七、統計分析

調查數據利用Statistical Analysis System 9.4 (SAS)系統進行最小顯著差異平方法(Least Significant Difference, LSD)比較處理間平均值之差異性。

結果與討論

一、茭白筍母莖以功能性微生物製劑浸種處理對生長之影響

茭白母莖以清水(A)、木黴菌原菌80 g稀釋液100倍(B)、木黴菌與幾丁質/發酵液 80 ml (C)及液化澱粉芽孢桿菌 80 ml (D)稀釋液100倍，分別進行浸種處理。D處理進行浸種處理30日後，母莖上平均萌發之芽體數3.5個顯著多於A處理的1.5個及C處理的2.5個，而與B處理無顯著差異；D處理之株高、葉長及SPAD值皆顯著高於其他三種處理，葉寬及葉片數於各處理間無顯著差異(表二)。定植後60日，調查結果顯示，B、C、D處理之茭白筍母莖生育狀況皆較A處理佳(圖一)。調查之數據，經統計分析顯示，除C處理之葉寬及葉數與A處理無顯著差異外，其餘經由有益微生物處理之茭白筍母莖，生育狀況皆較A處理者為佳(表二)。

經由不同苗期預措方式進行試驗，結果顯示茭白母莖以有益微生物菌液或其發酵產物進行浸種處理，於定植後60日，母莖上芽體之葉長、株高等皆顯著高於以清水進行浸種處理者，其中以木黴菌原液稀釋處理之效果最佳，因此未來茭白筍進行母莖育苗繁殖時，建議可先行以木黴菌進行處理，可有效提升茭白筍苗之品質及分蘖數

二、施用矽酸鈣對土壤特性、茭白筍生育性狀及產量之影響

施用矽酸鈣後，再進行茭白筍之栽種，其土壤之pH值、EC值與對照組無明顯之差異(表三)，有機質含量及鉀元素以對照組減少較多，磷含量則以處理組減少較多，鈣含量則為處理組顯著多於對照組及施用前之含量，鎂元素則為處理組及對照組皆明顯高於施用前。經由結果顯示施用矽酸鈣可提高土壤內之鈣離子含量，並促進磷元素之吸收，並可減少有機質及鉀

離子的流失。植株生長表現上(表四)，處理組之葉長及有效分蘖等，皆顯著高於對照組。本試驗結果顯示，施用矽酸鈣除可改善土壤質地外亦可促進茭白筍之生長並提高產量。

表二、微生物處理茭白筍母莖種植 30 及 60 天後之生長情形

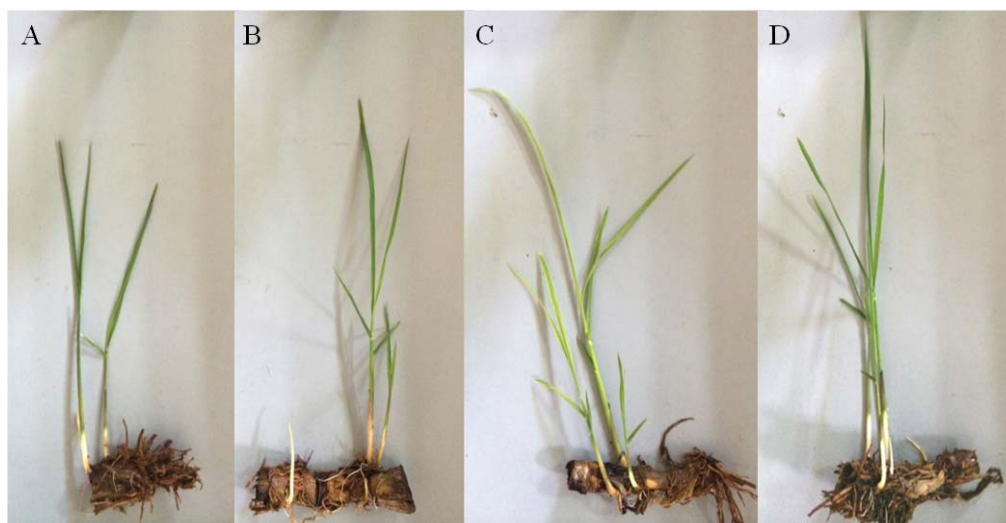
Table 2. The effect of microorganism treatment on the growth of water bamboo mother stem after planting 30 and 60 days

DAP ¹	Treatment ²	Plant Height (cm)	Number of Buds	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	SPAD	Number of Leaves
30	A	30.8 b ³	1.5 c	18.6 b	1.7 a	27.9 b	2.3 a
	B	29.3 b	2.8 ab	18.0 b	1.7 a	33.8 a	2.5 a
	C	32.8 b	2.5 b	21.1 b	1.7 a	32.7 ab	2.5 a
	D	40.1 a	3.5 a	26.5 a	1.7 a	39.0 a	2.5 a
60	A	70.5 c	1.7 b	50.7 c	1.3 b	18.9 a	3.3 b
	B	113.5 a	3.0 a	91.4 a	2.1 a	15.8 b	4.7 a
	C	83.5 ab	2.7 a	64.7 b	1.4 b	20.1 a	4.0 a
	D	100.5 a	3.3 a	74.7 b	1.9 a	16.0 b	4.7 a

¹ DAP: days after planting.

² A: Pure Water, B: Trichoderma solution at 100 fold dilution, C: Trichoderma with chitin fermentation broth at 100 fold dilution, D: Bacillus solution at 100 fold dilution.

³ The same lowercase letters in the same column and DAP are not significantly different at the 5% level of probability by LSD test.



圖一、茭白筍母莖以微生物製劑處理後之生長情形(A：清水、B：木黴菌、C：木黴菌+幾丁質發酵液、D：液化澱粉芽孢桿菌)

Fig. 1. The growth of the water bamboo mother stem after the treatment with respective microorganisms.

(A: Water, B: Trichoderma, C: Trichoderma+chitin fermentation solution, D: *Bacillus amyloliquefaciens*)

本次試驗之農戶其田區即進行有機栽培之管理操作模式，故其土壤條件本身就維持非常良好之狀況，故於本試驗中處理組及對照組之土壤性質變化，除磷及鈣離子含量變化較明顯外，其餘元素含量變化皆不大，但於試驗結果中可看出其分蘗數及產量皆顯著優於未處理組。綜合試驗結果顯示，於長期進行友善環境之有機栽培下，其土壤等栽培環境條件即維持在適合農作物生長之狀況，但矽具有強化細胞壁，使葉片增加強度，使其不易倒伏，從而獲得更大的光合作用擷取面積之作用⁽¹⁸⁾，本試驗以矽酸鈣處理，可明顯促進作物之生長，並提高產量。

表三、施用矽酸鈣對茭白筍田之土壤性質及元素含量影響

Table 3. Effects of applying silicon calcium on soil properties and elemental contents in the water bamboo fields

Treatment	pH	EC (1:5) dS m ⁻¹	OM (%)	Element content (ppm)			
				P	K	Ca	Mg
Before application	5.05	0.05	3.8	107.7	68.7	263.5	52.3
Control	5.15	0.09	3.4	99.0	44.6	268.6	92.6
Silicon calcium	5.13	0.10	3.7	83.0	58.8	408.0	90.4

表四、施用矽酸鈣對茭白筍生長發育之影響

Table 4. The effect of applying silicon calcium on the growth and development of water bamboo

Treatment	Plant height (cm)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Sheath length (cm)	Number of tillers	Yield (Kg/0.1 ha)
Control	215.3 a ¹	131.3 b	3.2 a	55.8 a	16.1 b	1603.6 b
Treatment	220.4 a	134.9 a	3.4 a	57.0 a	18.1 a	1820.1 a

¹ The same lowercase letters in the same column are not significantly different at the 5% level of probability by T-test.

三、不同追肥種類對茭白筍產量與品質之影響

調查施用不同有機追肥對茭白一期筍生育表現之影響，以一般市售有機肥進行追肥後於各結筍期其植株高度於皆顯著高於黃豆粕以進行追肥之處理，其餘植株生育表現如葉長、葉寬、葉片數、葉片SPAD值、筍鮮重、剝殼筍鮮重及分蘗數於各結筍時期皆無顯著差異(表五)；二期筍之植株分蘗數除結筍後期以施用黃豆粕之處理顯著高於施用商業有機肥料之處理，其餘各時期之植株分蘗數皆以施用商業有機肥料顯著較高，各時期之未剝殼筍鮮重及剝殼筍鮮重皆以黃豆粕處理顯著高於對照組；其餘各生育表現於各結筍時期皆無顯著差異(表六)。施用不同有機質肥料對於茭白筍葉片及筍內可溶性固性物及澱粉含量表現，各處理間皆無顯著差異(圖二)。

利用有機質做為肥料，皆須經過一段時間的腐熟，其營養元素才能充分供給作物生長所需。有機質肥料之肥效與其在土壤中分解、礦化釋出特性有關。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，亦能充分供應氮素，並避免磷與鉀元素過度累積⁽⁵⁾。本試驗利用未腐熟之黃豆粕與市售有機肥料進行比較，結果顯示於第一期各生育性狀兩處理皆無明顯之差異，二期筍則以黃豆粕處理之單筍重優於市售有機肥料之處理，其原因可能為一期筍栽培期間氣溫較低，豆粕發酵緩慢，無法有效提供茭白筍生長營養所需，而二期筍因氣溫較高，加速豆粕發酵釋放茭白筍生長所需之養分，而促使其單筍重較一般市售有機肥料處理者佳，由圖三結果顯示，二期作利用黃豆粕作為追肥處理之茭白筍，品質及筍長皆較一般市售有機肥處理佳。依據試驗結果，於二期茭白筍栽培時，可適時以黃豆粕取代一般市售有機質肥料來提高茭白筍之品質。

表五、黃豆粕追肥對茭白筍第二期筍生長性狀及筍重量之影響

Table 5. Effects of top-dressing soybean meal on plant growth and shoot weight of water bamboo in the 1st harvesting season

Sample collecting time ¹	Treatment ²	Plant height (cm)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Number of leaves	SPAD	No shelling bamboo weight (g)	Shelling bamboo weight (g)	Number of tillers
Early	Control	213.8 a ³	137.8 a	3.91 a	5.0 a	49.4 a	141.8 a	65.6 a	11.6 a
	Treatment	200.8 b	137.4 a	3.67 a	4.7 a	46.6 a	130.0 a	47.3 a	10.7 a
Middle	Control	215.9 a	136.0 a	4.08 a	5.7 a	44.5 a	150.6 a	48.1 a	23.4 a
	Treatment	208.2 b	135.1 a	3.91 a	5.3 a	43.5 a	141.0 a	63.5 a	24.4 a
Last	Control	197.7 a	130.7 a	2.80 a	4.9 a	42.7 a	84.3 a	35.7 a	21.6 a
	Treatment	176.3 b	126.6 a	2.69 a	4.5 a	42.8 a	69.8 a	30.2 a	16.6 a

¹ Samples collected on the 10th day(early), 30th day(middle) and 50th day(last) after harvest.

² Control, commercial organic fertilizers; Treatment, soybean meal top-dressing.

³ The same lowercase letters in the same column are not significantly different at the 5% level of probability by T-test.

表六、黃豆粕追肥對茭白筍第二期筍生長性狀及筍重量之影響

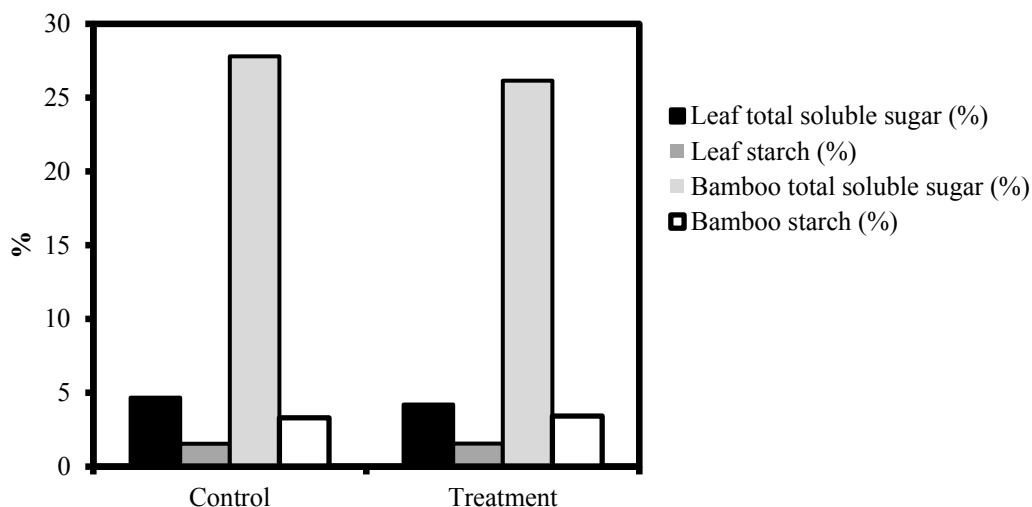
Table 6. Effects of top-dressing soybean meal on plant growth and shoot weight of water bamboo in the 2nd harvesting season

Sample collecting time ¹	Treatment ²	Plant height (cm)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Number of leaves	SPAD	No shelling bamboo weight (g)	Shelling bamboo weight (g)	Number of tillers
Early	Control	170.7 a ³	111.3 a	2.78 a	5.2 a	40.2 a	109.9 b	45.6 a	33.8 a
	Treatment	162.3 a	110.6 a	3.16 a	4.4 a	40.3 a	119.2 a	49.9 a	25.6 b
Middle	Control	152.2 a	102.7 a	2.24 a	4.4 a	38.4 a	65.9 b	33.5 b	24.4 a
	Treatment	152.1 a	100.6 a	2.35 a	4.7 a	38.4 a	81.6 a	43.0 a	19.5 b
Last	Control	147.1 a	102.8 a	2.14 a	4.2 a	35.2 a	60.3 b	28.8 b	9.3 b
	Treatment	137.4 a	100.5 a	2.08 a	4.5 a	42.5 a	73.0 a	34.3 a	12.6 a

¹ Samples collected on the 10th day(early), 30th day(middle) and 50th day(last) after harvest.

² Control, commercial organic fertilizers; Treatment, soybean meal top-dressing.

³ The same lowercase letters in the same column are not significantly different at the 5% level of probability by T-test.



圖二、黃豆粕施用對茭白筍葉片及筍內全可溶性糖及澱粉含量之表現

Fig. 2. The content of total soluble sugar and starch in the leaves and shoots of water bamboo after applying soybean meal. Control, commercial organic fertilizers; Treatment, soybean meal



圖三、不同追肥種類對茭白筍品質之影響(二期筍)

Fig. 3. Effects of different types of fertilizer on the shoot quality of water bamboo in the 2nd harvesting season

四、有機鉀肥對於茭白筍孕筍期分蘖及筍莖品質之影響

茭白筍於孕筍期施用不同濃度之有機鉀肥作為處理，各處理分別為：A清水(對照組)、B有機鉀肥萃取液稀釋150倍、C有機鉀肥萃取液稀釋300倍、D有機鉀肥萃取液稀釋450倍，於

茭白孕茭期前45日，施用有機鉀肥4~5次，均勻噴施於葉片及全株至茭白筍採收期。結果顯示於第一及二期筍施用不同濃度之有機鉀肥，對於其、葉數、葉長、葉寬、葉片SAPD值、筍鮮重皆無顯著差異。株高以清水處理之對照組有最高之表現，筍長表現以施用有機鉀肥之處理顯著優於對照組，其中D處理表現最為顯著(表七、八)。植株分蘗數各處理於一、二期筍間皆無顯著差異，但由第二期筍之顯示，施用有機鉀肥之各處理植株分蘗數皆較以清水處理之對照組高(圖四)。茭白筍於孕茭期施用不同濃度之鉀肥後，筍內之糖及澱粉含量亦與對照組間無顯著差異(圖五)。茭白筍品質以C處理表現最佳，筍色白皙且大小整齊(圖六)，分析茭白筍內營養含量結果顯示茭白筍於孕茭期施用不同濃度之有機鉀肥，各處理間筍內營養元素含量皆無顯著差異，各營養元素間亦無上升或下降趨勢(表九、十)。本試驗於第一及二期筍利用棕櫚灰浸出液進行稀釋做為有機鉀肥並進行葉面噴施，其經稀釋後之不同濃度對於葉數、葉長、葉寬、葉片SAPD值、筍鮮重皆無顯著差異。然施用有機鉀肥對於筍長、筍品質及第二期筍之植株分蘗數皆有正向之影響，因此有機茭白筍栽培過程中，可於第二期筍適當施用鉀肥作為追肥，可增進茭白筍植株之分蘗數，同時提升茭白筍之品質及整齊度。

表七、有機鉀肥施用對茭白筍第一期筍生育之影響

Table 7. Effects of organic potassium fertilizer on the growth of water bamboo in the 1st harvesting season

Treatment ¹	Plant height (cm)	Number of leaves	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	SPAD	Bamboo fresh weight (g)	Bamboo length (cm)
A	197a ²	4.33a	133.0a	3.43a	41.9a	70.4a	10.7b
B	169b	4.33a	115.0a	2.83ab	39.9a	63.3a	13.7ab
C	171b	4.67a	115.0a	2.77ab	43.6a	77.0a	12.2ab
D	164b	4.33a	99.1a	2.57b	38.6a	67.4a	13.8a

¹A: Water (Control); B: Organic potassium fertilizer solution at 150-fold dilution; C: Organic potassium fertilizer solution at 300-fold dilution; D: Organic potassium fertilizer solution at 450-fold dilution.

²The same lowercase letters in the same column are not significantly different at the 5% level of probability by LSD test.

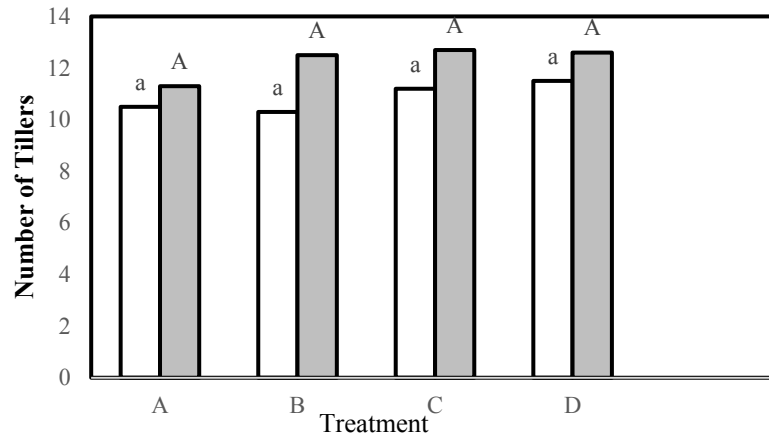
表八、有機鉀肥施用對茭白筍第二期筍生育之影響

Table 8. Effects of organic potassium fertilizer on the growth of water bamboo in the 2nd harvesting season

Treatment ¹	Plant height (cm)	Number of leaves	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	SPAD	Bamboo fresh weight (g)	Bamboo length (cm)
A	150a ²	4.60a	101.0a	2.29a	40.3a	73.4a	14.0a
B	145a	5.10a	98.8a	2.09a	40.2a	74.6a	12.4a
C	145a	4.50a	100.0a	2.22a	37.9a	66.0a	13.1a
D	155a	4.80a	103.0a	2.28a	38.6a	76.7a	14.1a

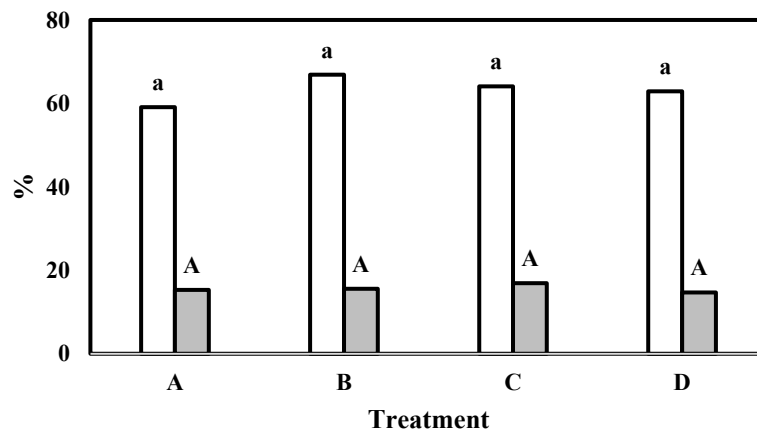
¹A: Water(Control); B: Organic potassium fertilizer solution at 150-fold dilution; C: Organic potassium fertilizer solution at 300-fold dilution; D: Organic potassium fertilizer solution at 450-fold dilution.

²The same lowercase letters in the same column are not significantly different at the 5% level of probability by LSD test.



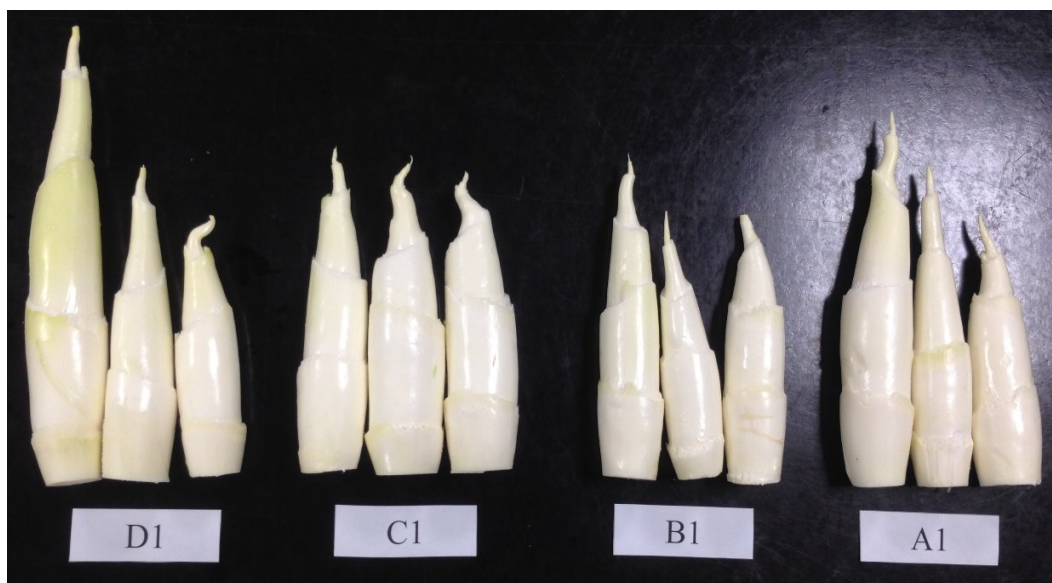
圖四、施用有機鉀肥對茭白筍分蘗數之影響

Fig. 4. Effects of applying organic potassium fertilizer on the tillering numbers of water bamboo. (A: Water (Control); B: Organic potassium fertilizer solution 150-fold dilution; C: Organic potassium fertilizer solution 300-fold dilution; D: Organic potassium fertilizer solution 450-fold dilution). White column, in the 1st harvesting season; gray column, in the 2nd harvesting season. The tillering number with different treatments do not differ at the 5% level of probability by LSD test



圖五、施用有機鉀肥對茭白筍內糖及澱粉含量之影響

Fig. 5. Effects of applying organic potassium fertilizer on the content of total soluble sugar and starch in water bamboo (A: Water (Control); B: Organic potassium fertilizer solution 150-fold dilution; C: Organic potassium fertilizer solution 300-fold dilution; D: Organic potassium fertilizer solution 450-fold dilution). White column, the content of total soluble Sugar; gray column, the content of starch. The same lowercase letters with different treatments are not significantly different at the 5% level of probability by LSD test



圖六、施用有機鉀肥對茭白筍品質之影響

Fig. 6. Effect of applying organic potassium fertilizer on quality of water bamboo. (A: Water(Control); B: Organic potassium fertilizer solution at 150 folds; C: Organic potassium fertilizer solution at 300 folds; D: Organic potassium fertilizer solution at 450 folds.)

表九、施用有機鉀肥後第一期茭白筍內養分含量分析

Table 9. The nutrient contents of water bamboo in the 1st harvesting season after application of organic potassium fertilizer

Treatment ¹	N (%)	P (%)	K (%)	Na (%)	Ca (%)	Mg (%)	Cu (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)	Fe (ppm)
A	1.37a ²	348a	2.63a	2040a	281a	1232a	2.14a	13.4a	14.0a	18.7a
B	1.46a	299b	2.43a	778a	267a	1032ab	0.28a	15.5a	10.7a	15.5a
C	2.00a	330ab	2.55a	1235a	206b	1096ab	0.25a	12.1a	12.7a	16.1a
D	1.75a	343a	2.40a	1018a	260a	988b	0.08a	13.9a	17.5a	14.3a

¹A: Water(Control); B: Organic potassium fertilizer solution at 150-fold dilution; C: Organic potassium fertilizer solution at 300-fold dilution; D: Organic potassium fertilizer solution at 450-fold dilution.

²The same lowercase letters in the same column are not significantly different at the 5% level of probability by LSD test.

表十、施用有機鉀肥後第二期茭白筍內養分含量分析

Table 10. The nutrient contents of in water bamboo in the 2nd harvesting season after application of organic potassium fertilizer

Treatment ¹	N (%)	P (%)	K (%)	Na (%)	Ca (%)	Mg (%)	Cu (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)	Fe (ppm)
A	1.79ab ²	301a	2.69ab	1024a	181a	934a	5.46b	12.80a	13.2a	25.7b
B	1.91a	276ab	2.83a	1641a	229a	910a	6.68b	13.00a	15.3a	45.2a
C	1.65b	270ab	2.55b	1555a	214a	885a	31.60a	8.58b	14.7a	35.3ab
D	1.90a	240b	1.40c	1724a	210a	947a	24.30a	11.30ab	16.6a	29.6b

¹A: Water(Control); B: Organic potassium fertilizer solution at 150-fold dilution; C: Organic potassium fertilizer solution at 300-fold dilution; D: Organic potassium fertilizer solution at 450-fold dilution.

²The same lowercase letters in the same column are not significantly different at the 5% level of probability by LSD test.

結 論

綜合本試驗之結果，茭白筍栽培於苗期可先利用微生物製劑進行處理母莖，可有效提升茭白筍苗之品質及分蘗數；於茭白筍種植前可利用矽酸鈣等天然有機資材進行土壤改良，加強植株生長勢，提高產量；於第二期筍種植期間，施以黃豆粕作為基肥並適當施用鉀肥作為追肥可增進茭白筍植株之分蘗數、提高單筍重，同時提升茭白筍之品質及整齊度。本場轄區內通過驗證及轉型期之茭白筍田區約計有5公頃，然有機栽培之肥培管理往往不如慣行栽培容易，因此有機資材之選擇及有效性為目前進行茭白筍有機栽培領域需深入研究之方向，亦為進行茭白筍有機栽培之農民們最希望解決的問題，藉由本研究之結果，期能提供茭白筍農民於有機栽培操作時之參考依據。

誌 謝

本研究承蒙埔里茭白筍有機栽培農友洪權宏、李木旺與林宥岑協助栽培，本場蔬菜研究室、土壤肥料研究室等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. 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。
4. 江解增、邱屆娟、韓秀芹、曹培生、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: 245-250。

5. 林煜恒、蔡正宏 2015 母莖育苗方式及基肥對有機茭白筍產量及品質之影響 臺中區農業改良場研究彙報 129: 27-37。
6. 梁燕青 2010 茭白筍合理化施肥 臺中區農情月刊135期。
7. 陳俊位、曾德賜 2013 生物製劑枯草桿菌(*Bacillus amyloliquefaciens* WG6-14)對促進菜豆生長之影響 臺中區農業改良場研究彙報 120: 11-19。
8. 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。
9. 蔡正宏、蔡宜峰、陳俊位 2012 有機茭白肥培管理模式 臺中區農業技術專刊182期。
10. 蔡宜峰、陳俊位 2004 堆肥及有機液肥在有機番茄及茄子栽培之效應 臺中區農業改良場研究彙報 85: 25-36
11. 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.
12. Chow, P. S. and S. M. Landhausser. 2004. A method for routine measurements of total sugar and starch content in woody plant tissues. *Tree Physiol.* 24: 1129-1136.
13. Hung, S. F., T. L. Chang, I. Z. Chen and 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.
14. Kundsén, D. and G. A. Peterson. 1982. Lithium, sodium, and potassium. P225-246. In: Page, A. L., H. Miller and D. R. Keeney (eds.) Methods of Soil Analysis. Part 2. Academic Press, Inc., New York.
15. 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.
16. 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.
17. 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.
18. Vasanthi, N., L. M. Saleena and S. A. Raj. 2014. Silicon in crop production and crop protection- A Review. *Agri. Rev.* 35: 14-23.
19. Waghunde, R. R., R. M. Shelake and A. N. Sabalpara. 2016. *Trichoderma*: A significant fungus for agriculture and environment. *African Journal of Agricultural Research* 11: 1952-1965.
20. 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.

The Effects of Organic Materials on The Growth, Development and Yield of Water Bamboo (*Zizania latifolia* Turcz)¹

Hsuan-Chin Lan², Yu-Heng Lin² and Chein-Wei Chen³

ABSTRACT

Water bamboo (*Zizania latifolia* Turcz.) is one of the important vegetables in central Taiwan. However, suitable planting method and fertilizer management practices for organic production of water bamboo are not well established. The yield and quality of water bamboo shoots in organic production systems are often unstable. The aim of the present research is to establish suitable planting and fertilizer management strategies for organic production of water bamboo shoots. In this study, microbial agents were applied to the mother stems of water bamboo. After 60 days of planting, the results showed that the numbers of buds and plant height of the water bamboo mother stems with the application of microbial agents were enhanced compared with the water control. Among the microbial agents tested, Trichoderma treatment exhibited the best effect. By the application of calcium silicon to the water bamboo field, the pH value and organic matter content was elevated, the growth and yield of water bamboo was also increased. By soybean meal top-dressing, the fresh weight and quality of water bamboo shoots in the 2nd harvesting season were increased. The palm ash leachate were also found to increase the numbers of tillers and to improve the quality and uniformity of water bamboo shoots. In conclusion, our results suggested the following practices for organic farming of water bamboo: by the application of microbial agents to the mother stems, and by the use of calcium silicon, following by top-dressing soybean meal and palm ash leachate to the field to improve the soil properties and elemental contents and in turns the yield and quality of water bamboo could be improved.

Key Words: water bamboo, organic cultivation, microbiological agents, calcium silicon, soybean meals, palm ash

¹ Contribution No. 0931 from Taichung DARES, COA.

² Assistant Researcher of Taichung DARES, COA.

³ Researcher (Branch Chief), Puli Branch, Taichung DARES, COA.