

建構茭白筍健康管理生產體系

廖君達^{1,*} 蔡宜峯² 蔡正宏³ 蔡本原⁴ 郭建志¹

¹ 行政院農業委員會臺中區農業改良場作物環境課副研究員、助理研究員。臺灣彰化縣。

² 行政院農業委員會臺中區農業改良場埔里分場研究員兼分場長。臺灣南投縣。

³ 行政院農業委員會臺中區農業改良場作物改良課助理研究員。臺灣彰化縣。

⁴ 行政院農業委員會臺中區農業改良場農業推廣課助理研究員。臺灣彰化縣。

* 通訊作者，電子郵件：liaoct@tdais.gov.tw；傳真：(04)8527455。

摘要

茭白筍 (*Zizania latifolia* Turcz.) 為埔里地區高經濟作物，栽培田區普遍長期連作，生育期間田間經常性湛水，致使農民為使茭白筍能吸收足夠的養分而過量施肥。此外，茭白筍生育中、後期，胡麻葉枯病的為害對於茭白筍產量影響甚劇。臺中區農業改良場針對茭白筍栽培面臨的問題提出相對應的解決對策，兼顧環境、作物、生產者及消費者四贏的思維，期能再開創茭白筍產業新局。102年於南投縣埔里鎮設置茭白筍健康管理區，並以慣行管理區為對照。茭白筍種植前採土樣進行土壤肥力診斷，發現土壤pH值 (4.85) 偏酸性、土壤鈣含量低於參考值。針對上述現象，健康管理示範區施用石灰資材 2,500 kg/ha及含矽資材 3,000 kg/ha。進行土壤改良後，pH 值由 4.85 提高至 5.5，其他土壤肥力特性，均達到正常範圍。茭白筍生育期間，健康管理區肥料施用量N - P₂O₅ - K₂O為398 - 398 - 398 kg/ha，較慣行栽培區肥料施用量的1,313 - 620 - 756 kg/ha，減少915 - 222 - 358 kg/ha。由總施肥量觀之，健康管理區 (2,650kg/ha) 僅為慣行管理區 (7,650kg/ha) 的34.6%，減少65.4%的施肥量及3次施肥次數。而且，健康管理區全年茭白筍產量 32,540 kg/ha，較慣行栽培區 29,140 kg/ha，增加 340 kg/ha (+11.7%)。施用含矽資材、定期清除老葉及導入非農藥防治資材等，可顯著降低銹病、胡麻葉枯病及長綠飛蝨等對茭白筍的為害。而且，健康管理區茭白筍採樣送農藥所檢驗，確認無農藥殘留。健康管理區節省肥料及人工費，而且茭白筍產量高於慣行管理區，經過成本收益分析，健康管理區全年農家賺款為127,309元/0.1ha，慣行管理區為107,209元/0.1ha，農家賺款增加20,100元/0.1ha (18.7%)。

關鍵字：茭白筍、健康管理、技術整合、成本收益分析。

前 言

茭白筍 (*Zizania latifolia* Turcz.) 為禾本科 (Gramineae) 多年生宿根水生作物，又名菰、菰手、菰筍、茭筍、茭瓜、蔣菜等。茭白筍結筍部位為黑穗菌 (*Ustilago esculenta*) 感染植株後 (Chang & Thrower 1980; Yang & Leu 1978)，生長素 (Auxin) 及細胞分裂素 (Cytokinin) 的大量分泌 (Chang 1981; Chang & Thrower 1980)，導致莖部膨大形成菌癭狀之筍 (Lin & Chang, 1981)。根據 2012 年農業統計年報

(Agricultural statistics yearbook, ASY)，茭白筍在臺灣由北至南均有栽培，總栽培面積 1,835 公頃，年總產量 41,644 公噸 (ASY. 2013)。其中，南投縣栽培面積 1,570 公頃 (全國的 85.5%) 為最大產地，總產量為 38,690 公噸 (全國的 92.9%)，而埔里鎮又為主要的生產基地。近年來，應用夜間照明來調節茭白筍產期的生產模式在埔里地區成為主流，使得茭白筍成為周年生產的農產品 (Huang *et al.* 2005)。然而，近年來因氣候變遷、連作障礙及毫無節制的地力消耗等的影響，農民雖加強單位面積的投入，產量及收益卻逐年降低。南投縣單位面積產量由 2002 年的 26,755kg/ha 逐年降低，至 2012 年為 24,642kg/ha，減少 7.9% 的單位面積產量 (ASY. 2003~2013)。

行政院農業委員會臺中區農業改良場整合作物栽培、土壤肥料、病蟲害管理及農業經濟等各方面專精的同仁，針對茭白筍產業面臨的問題，研擬執行健康管理的因應對策，並落實於田間示範及推廣，期能建構完善的茭白筍健康管理生產體系。推動過程強調作物栽培須與環境發展共榮的關係，由環境的健康來提升作物的健康，作物栽培過程減少用肥、用藥，農產品無農藥殘留，得以保障農民及消費者的健康，期能共創環境、作物、生產者及消費者四贏的局面。

茭白筍產業面臨問題

茭白筍長期連作，恐有產生連作障礙之虞。本田筍苗定植至茭白筍採收完畢期間，茭白筍園保持湛水狀態，且水持續流動，使得部分施用的肥料溶解後隨著水流至圳溝，造成肥料的浪費及農業環境的污染。此外，農民於高水位狀態的採筍期，觀念上認為若不持續施用肥料，採筍期會縮短及採筍量會減少；農民依然持續施用肥料，卻又不容易為茭白筍吸收利用。先前調查資料顯示，茭白筍農慣行施肥量為推薦量的 2 倍以上 (圖 1)。此外，先前多次土壤肥力診斷發現，埔里地區茭白筍園的土壤 pH 值介於 3.05~4.85，明顯呈現酸性。酸性土壤的條件下，土壤中所吸收的正離子被 H^+ 取代，成為自由態的正離子容易被水分溶脫而流失，於是土壤中便減少了可吸收的營養元素，甚至增加了 Al^{+3} 及 Fe^{+3} 等有毒元素，使得作物根系不易吸收到營養或受到毒害 (von Uexk \ddot{u} ll & Mutert 1995)。(環境的不健康影響作物的健康)

茭白筍生育期間遭逢銹病 (*Uromyces coronatus* Yosh.)、胡麻葉枯病 (*Helminthosporium zizaniae* Nishikado)、基腐病 (*Enterobacter cloacae*; *Pythiogeton* spp.)、長綠飛蟲 (*Saccharosyden procerus* Matsumura) 及福壽螺 (*Pomaeca canaliculata* Lamarck) 等的危害 (Liao *et al.* 2002)。銹病是茭白筍生育前期主要的病害，目前推薦的防治藥劑僅有 5% 菲克利水懸劑 2,000 倍，若提高施用劑量會造成結筍抑制的現象。農民為有效防治銹病，常將「菲克利」與未推薦農藥——「嘉保信 (*Oxycarboxin*)」輪替使用，使得「嘉保信」成為茭白筍農藥殘留檢驗被檢出的藥劑 (Kuo *et al.* 2010)，對於消費者健康造成疑慮。此外，絕大多數茭白筍園連作 20 年以上，生育期間水經常性的流動與沖刷，使得田區土壤營養產生偏頗或貧瘠的

狀態，有助於胡麻葉枯病的發生。胡麻葉枯病於生育中期後的嚴重罹病，常會使得茭白筍採收期縮短，影響產量及農民的收益。而且，化學藥劑對於胡麻葉枯病的防治效果有限，農民頻施藥劑仍無法壓制，增加生產者接觸農藥的風險（圖 1）。
(作物的不健康影響生產者及消費者的健康)

茭白筍健康管理因應對策

分析茭白筍產業面臨的問題，發現茭白筍由於長期連作，田區經常性湛水、水流沖刷及農民過量肥料的施用等，促成田間土壤呈現偏酸至強酸性，顯示茭白筍栽培處在不健康的環境；因此，透過土壤肥力診斷，進行土壤現況改良及推薦合理的施肥量等，以提升茭白筍栽培環境的健康。對於影響茭白筍生長的病蟲害，整地時施用含矽資材、定期清除老葉及導入非農藥防治資材等，可顯著降低銹病、胡麻葉枯病及長綠飛蝨等對茭白筍的為害，以提升作物健康。肥料及農藥的減量及安全施用，對於生產者及消費者的健康更得到了保障（圖 2）。

土壤肥力診斷及改良

由南投縣埔里鎮茭白筍健康管理示範區 102 年 1 期作種植前土壤肥力分析診斷結果，土壤酸鹼值 (pH) 約 4.85 偏酸性，土壤鈣 (Ca) 含量 536mg/kg 低於參考值（表 1）。針對上述現象，健康管理示範區施用石灰資材 2,500 公斤/公頃及矽酸爐渣 3,000 公斤/公頃，以改善土壤酸鹼值偏低情形。施用土壤改良資材後 2 週，第 2 次採土樣分析。進行土壤改良後，pH 值由 4.85 提高至 5.5，土壤鈣 (Ca) 含量提高為 1,271 mg/kg，略高於參考值（表 1），至於其他土壤肥力特性，均屬正常範圍。顯示經由土壤肥力分析結果，診斷土壤肥力現況缺點並採取適宜改善策略，即能夠獲得良好的成效。

合理化施肥

茭白筍幼苗於 102 年 1 月 25 日移植本田，2 月 5 日起開始第一次施肥。本田期施肥量比較，可區分為 2 個階段。移植本田後至一期筍採收結束前 (1~5 月)，健康管理區肥料施用量 N - P₂O₅ - K₂O 為 158 - 158 - 158 kg/ha，較慣行管理區肥料施用量 N - P₂O₅ - K₂O 為 693 - 420 - 416 kg/ha，減少 535 - 262 - 258 kg/ha。而且，健康管理區肥料分 4 次施用，較慣行管理區施肥 7 次，減少 3 次。第二階段由一期筍採收後至二期筍採收畢 (6-10 月)，健康管理區肥料施用量 N-P₂O₅-K₂O 為 240 - 240 - 240 kg/ha，較慣行管理區肥料施用量 N - P₂O₅ - K₂O 為 620 - 200 - 340 kg/ha，減少 380 - (-40) - 100 kg/ha。茭白筍健康管理區 102 年 1 至 10 月間肥料施用量 N - P₂O₅ - K₂O 為 398 - 398 - 398 kg/ha，相較於慣行管理區施肥量可減少 N - P₂O₅ - K₂O 為 915 - 222 - 358 kg/ha(表二)。全年健康管理區總施用量為 2,650 kg/ha，分 10 次施用；慣行管理區 7,650 kg/ha，分 13 次施用，健康管理區較慣行管理區減少 65.4% (5,000kg/ha) 的施肥量（表 2），減少 3 次施肥作業。

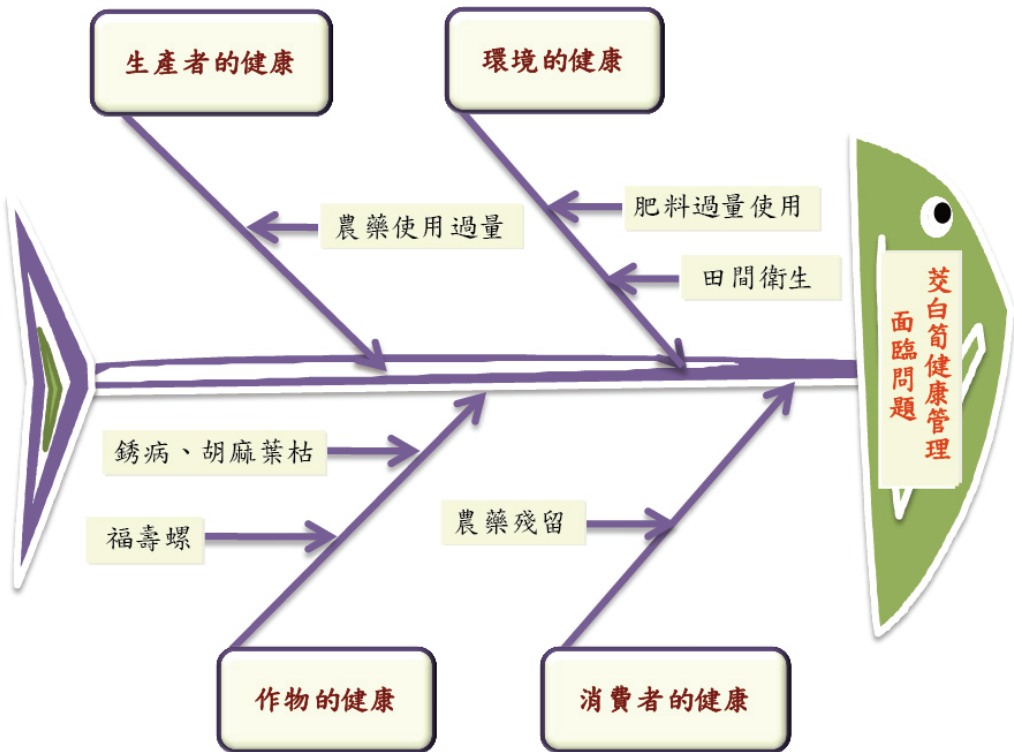


圖 1. 茭白筍健康管理面臨的問題

Fig. 1. The facing problems for waterbamboo health management.

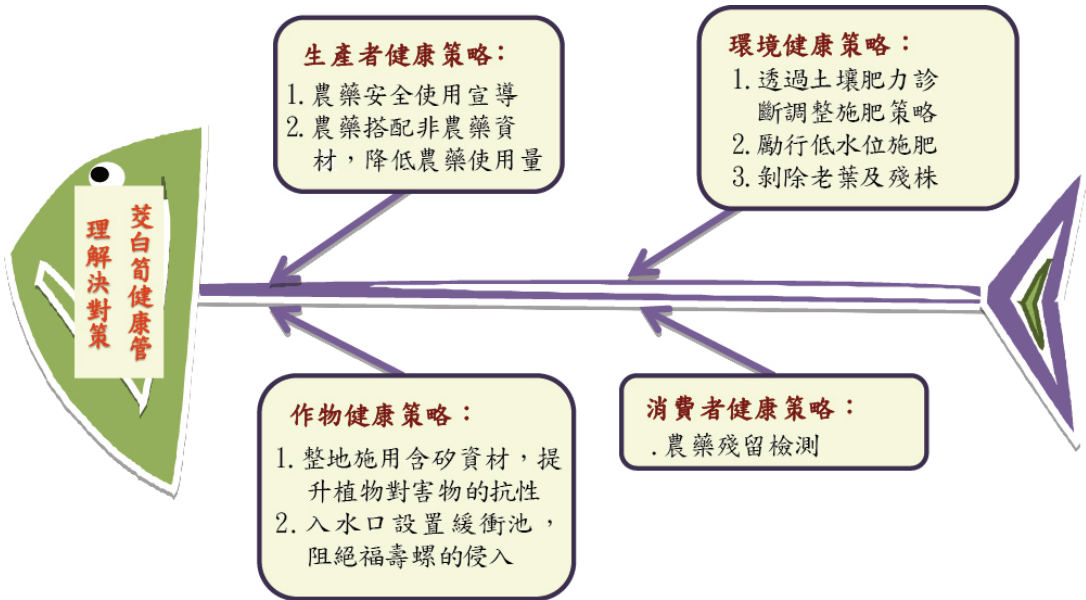


圖 2. 茭白筍健康管理解決對策

Fig. 2. The resolve strategies for waterbamboo health management

表 1. 茭白筍健康管理示範區土壤改良前及改良後土壤肥力分析

Table 1. Soil fertility analysis of the waterbamboo health management demonstration area before and after soil improvement

Soil testing items	pH value	Electronic conductance (ds/m)	Organic matter (%)	P (mg/kg)	K (mg/kg)	Ca (mg/kg)	Mg (mg/kg)
Before soil improvement	4.85	0.89	3.01	190	51	536	88
After soil improvement	5.5	0.34	3.77	197	99	1,271	105
Reference Values	5.5~7.5	<1.23	>3	30~200	50~300	571~1,150	48~100

表 2. 茭白筍健康管理區與慣行管理區肥料用量 (N-P₂O₅-K₂O 公斤/公頃)Table 2. Amount and individual fertilizers between waterbamboo healthy area and customary area (N-P₂O₅-K₂O kg/ha)

Period	N-P ₂ O ₅ -K ₂ O (Amount of application)		
	Customary area	Health area	Difference*
First cropping season	693-420-416 (3,950)	158-158-158 (1,050)	535-262-258 (2,900)
Second cropping season	620-200-340 (3,700)	240-240-240 (1,600)	380-(-40)-100 (2,100)
Total	1,313-620-756 (7,650)	398-398-398 (2,650)	915-222-358 (5,000)

*Amount of application of customary area minus healthy area

栽培技術優質化

一、選種、留種

黑穗菌與茭白筍為一種共生關係，此共生狀態下，黑穗菌的活性與植株生育的相對平衡就顯得相當重要，因為收穫目標不單純是植株或是菌所構成，任何一方過於強勢都會造成品質的偏差，其中灰茭與雄株會因為兩者間的平衡失調而產生，如果寄主提供菌絲的營養不足，則可導致 (1) 菌絲在寄主體內的繁殖和侵入能力減弱 – 雄茭；(2) 菌絲過早結束潛育期而進入繁殖階段 – 灰茭。因此，每年的選種程序是勢在必行。母莖的切取方式應考量黑穗菌存在節位及活性而應有所改變。通常在離地面 20-25cm 的短縮莖中才能發現到較多的菌絲的分布，因此對於以分株作無性繁殖的茭白筍，留種時所取節位顯得相當重要。

二、雜草抑制

茭白筍田區的雜草多出現在初期淺水位與田埂等地方，雖對茭白筍植株無直接影響，但因為雜草為銹病及蟲害藏匿的寄主，必須先杜絕感染源以免後續管理不易；田埂部分在整地時覆蓋資材，可用黑色雜草抑制蓆或任何可抑制雜草生長之資材，亦有農民使用剝除的老葉與葉鞘，當作覆蓋材料。

三、定植方式

母莖定植方式分為兩種，一為直接將分株母莖定植於本田，此方式優點為不經移植，根系發育旺盛植株生長快速且芽點多而旺盛；缺點為初期水位不可太深，

易有雜草問題。另一種則是先於苗圃密集假植茭白筍苗，待植株長至 2-3 片本葉再移植到本田中，優點是定植至本田後植株有一定大小，即可以較深水位防治雜草；但缺點是經移植之植株因根系受損問題，定植後會有一滯育期，且分蘖較少。茭白筍母莖定植又可分為單叢與雙叢種植，單叢單位產量較低，但因為植株生育空間較寬闊，病蟲害等管理上都較為容易；雙叢種植為一株距間隔種植兩個母莖，單位產量高，但生育中期因為分蘖多導致行株距過小，老葉多通風不良，病蟲害管理困難，尤其第二期筍採收期過於集中，常有爆青狀況發生。因此農民可依本身人力狀況及管理習慣選擇種植方式。

四、病老葉剝除

此一動作對茭白筍有極大的影響，但也是最費工的一部份，因茭白筍的病害多感染老葉，因此每 3-4 星期剝除一次是必須的，剝除老葉後可增加田區通風性，對長綠飛蝨的防治有很大助益 (Tai *et al.* 2012)，且減少無法生產的老葉消耗養分及促進新分蘖。農民最常用的方式是將剝除的植體堆置在水田『暗溝』任其發酵腐爛，過程可能產生大量厭氧性細菌而阻礙根部呼吸，加上老葉通常帶有病蟲及水田的潮濕，放置田間無形成為一傳播源，因此較不建議以此種方式處理。如因無法處理病老葉，必須將病老葉留置田中，需注意暗溝擺置病、老葉的方向要與水流方向平行，才不會阻礙田區水的流動而影響夏季水溫。

五、刈頭與電照

一期筍收穫後，刈除地上部有相當多的用途，一來可以刈除時間點，加上電照控制做為產期調控的手段，又可以防治基腐病與胡麻葉枯病，因此漸漸越來越多農民使用。但因為一期筍的收穫期如果延後至 7 月，使刈頭時間較晚，日照時數漸漸縮短且夜溫轉為冷涼，植株重新分蘖的新芽因為營養生長尚未充足即受黑穗菌影響，產生苗期結筍的狀況，稱『矮化障礙』，不僅完全無商品價值又影響植株發育，因此必須以電照方式避免此情況。14 小時以上的電照即可使茭白植株正常營養生長，並可使已經矮化的茭白苗恢復正常生長，田間架設高 4 公尺的 400 瓦鹵素燈，以 30-45 度角向下的角度，每分地 2-3 盞即可光照全田區，停止電照後約 40 日，即可正常產筍。另一種需要電照的原因則是因為過早定植，農民為搶早期筍價高，有越來越早定植的趨勢，但因為冬季氣溫低又有寒流侵襲，往往造成如上述的矮化障礙，因此如提早定植需搭配電照延長日照。

病蟲害管理

茭白筍生育期長，且跨 4-10 月之間，正逢高溫多濕及颱風豪雨的時期，病蟲害種類甚多。主要病害有銹病、胡麻葉枯病及基腐病等；主要害蟲有長綠飛蝨、二化螟及大螟等。此外，福壽螺亦為茭白筍栽培的大敵。依茭白筍生育期加以區隔，育苗期所遭逢的病蟲害以銹病及螟蟲類為主；移植本田初期，銹病、螟蟲類

為主要的病蟲害；生育中期則以基腐病及長綠飛蝨為主要的病蟲害；胡麻葉枯病及長綠飛蝨則為生育後期的防治對象 (Liao *et al.* 2002)。健康管理區規劃如下：

一、設置緩衝池

茭白筍生育期間持續遭受福壽螺的侵擾，初移植的幼苗及新分蘖的分蘖株是被取食的對象。除了防治本田的福壽螺外，來自灌溉溝渠的福壽螺更是管理的重點。農民於田區入水口構築一個緩衝池，池中不栽培茭白筍，裝置阻隔網阻絕或放養青魚、鴨子等來捕食進入緩衝池的福壽螺，能夠降低茭白筍遭受福壽螺為害的機會 (Lo *et al.* 2007； Liao *et al.* 2005)。

二、整地施用含矽資材

施用含矽資材於單子葉作物，可提升作物對病蟲害的抗性，進而增加作物產量 (Ling *et al.* 2006)。禾本科的水稻，根部會主動吸收矽，累積在葉片及葉鞘部位 (Ma & Yamaji 2006)。同為禾本科的茭白筍，植株可能會將矽累積在葉片及葉鞘部位，除了增加葉片的直立性，並可顯著降低銹病、胡麻葉枯病、基腐病及長綠飛蝨等對茭白筍的為害。

三、定期剝除老葉

茭白筍下位葉 (老葉) 老化後，與植株間角度加大，影響植株間的通風；且銹病、胡麻葉枯病在下位葉的罹病度高於上位葉，下位葉若能加強清除，將可降低病菌的危害。農民定期剝除外側老葉的作業程序，可同時將受銹病、胡麻葉枯病罹病嚴重的老葉一併清除，並改善植株間的通風程度，降低園區的濕度，對於這些病害扮演物理防治的功效 (Tai *et al.* 2012)。

四、導入非農藥防治資材

本場茭白筍有機小組試驗結果顯示，80%可濕性硫磺 500 倍對於茭白筍銹病有良好的防治效果，窄域油可供作長綠飛蝨防治之用 (Kuo *et al.* 2011; Tai *et al.* 2012)。農民可搭配現有的推薦藥劑輪替使用，或於採收期施用非農藥資材來防治茭白筍病蟲害。示範區茭白筍經採樣送行政院農業委員會農業藥物毒物所進行多重農藥殘留檢驗，確認無農藥殘留。

五、病蟲害管理成效

茭白筍第一期作的銹病於健康管理區的罹病率為 5%，低於慣行管理區的 22.5%；一期筍採收末期，長綠飛蝨成、若蟲於健康管理區為 1 隻/櫟，低於慣行管理區的 5 隻/櫟；第二期作採收期間，胡麻葉枯病於健康管理區的罹病率為 15%，低於慣行管理區的 40%。顯示，無論是銹病、胡麻葉枯病及長綠飛蝨在健康管理區均得到良好的控制。

茭白筍植物特性分析

於試驗農戶一期筍採收期間進行前、中、後期的 3 次採樣，採集健康管理區及慣行管理區之帶筍之全株包含葉片、葉鞘及筍等部位。測量包括株高、葉片鮮重 (以筍鞘及葉片相接處之三角接合處為分界)、帶殼筍重、剝殼筍重及剝殼筍長等。試驗材料以 70°C 持續烘乾至重量不再變化為止，所得重量為其乾物重，並換算為筍乾物比及筍肉比率。另外，筍肉進行氮 (N)、磷 (P)、鉀 (K)、鈣 (Ca) 及鎂 (Mg) 等元素分析。

茭白筍株高部分，初期以健康管理區顯著高於慣行管理區，中、後期雖平均值較高，但統計上無顯著差異；筍鮮重於前期及中期，健康管理處理都較慣行栽培高，尤其以中期之筍鮮重顯著高於慣行管理。由 3 次之筍鮮重趨勢觀察，可發現一期筍採筍期間，筍重以中期最高，後期則最低，剝殼後筍長度、筍肉比率亦有相同之趨勢；其餘數據在統計上皆無顯著差異 (表 3)。顯示在健康管理區第一期筍減少 65.4% 的施肥總量，並不會使植株及筍身性狀下降或產量減少，反而有增加其產量之效果。而各試驗數據皆顯示在後期的植株及筍身性狀部分都有下降的趨勢，顯示在產筍中期為茭白筍品質最好的階段，而末期植株之生育及肥份可能因前、中期之消耗而有短缺之情況，如何延長產筍期部分於未來仍有研究空間。

表 3. 慣行管理與健康管理區茭白筍植物特性分析

Table 3. Analysis of waterbamboo plant characters between customary and health management area

Characters	Plant height	Leaf length	Leaves No. /shoot	Leaf fresh weight	Leaf dry weight	Bamboo fresh weight	Sheath erased fresh weight	Sheath erased dry weight	Sheath erased length	
Treatments	(cm)	(cm)		(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(cm)	
I	Customary	187.1 b*	148.4 a	5.5 a	36.1 a	10.4 a	109.2 a	55.4 a	4.5 a	20.4 a
	Health	195.8 a	153.7 a	5.2 a	41.8 a	11.9 a	124.7 a	55.6 a	4.5 a	18.4 a
II	Customary	187.1 a	148.4 b	5.5 a	36.1 a	10.4 a	109.2 b	55.4 b	4.5 a	20.4 a
	Health	201.5 a	157.1 a	5.2 a	40.3 a	11.9 a	131.5 a	67.2 a	5.1 a	20.0 a
III	Customary	190.7 a	140.7 a	5.3 a	25.4 a	8.3 a	98.7 a	43.7 a	3.3 a	16.6 a
	Health	195.8 a	150.8 a	5.1 a	24.9 a	8.2 a	99.7 a	46.3 a	3.4 a	16.7 a

(continued)

Characters	Bamboo dry matter	Bamboo fresh matter	N	P	K	Ca	Mg	
Treatments	%	%	%	Ppm	%	ppm	ppm	
I	Customary	8.1	50.8	2.6 a	435.1 a	5 a	751.5 a	1144.8 a
	Health	8.2	44.6	2.4 a	384.3 a	3.6 b	718.6 a	1143.6 a
II	Customary	7.2	54.9	2.6 a	435.1 a	5 a	751.5 b	1144.7 a
	Health	7.6	51.1	2.3 a	291.9 a	1.3 b	2783.2 a	1236.1 a
III	Customary	7.5	44.3	2.8 a	207.5 a	0.6 b	4090.8 a	1823.9 a
	Health	7.3	46.4	2.6 a	141.9 b	1.7 a	3205.7 b	1196.7 b

* Means within the same column followed by the same letter are not significantly different at $P < 0.05$ according to LSD test.

元素部分 N 含量於各採筍期及兩處理間皆無顯著差異，對照農民肥料施用表，慣行栽培區的 N 肥比健康管理區多了 4 倍以上之 N 肥施用，卻無法讓植株內之 N 元素增加，證明確實無須施用過多的 N 肥。而前、中、後三期健康管理區都有磷含量較低的情況，尤其以末期有顯著差異產生。鉀元素含量與磷有相同趨勢(表 3)。而土壤分析數據中亦顯示，兩試驗區之土壤鉀含量都處於參考值範圍的最低標(表 1)，因此本就有鉀元素不足之虞，因此農民加量施肥後且於土壤改良步驟中，也添加了苦土石灰等物質，增加了土壤中概的有效性，而鈣含量可能因為鉀吸收的差異產生拮抗，因此在兩處理區鈣含量於中、後期產生顯著的差異。

生產成本及收益分析

埔里鎮曹姓農友自 2012 年起配合本場茭白筍健康管理生產體系示範計畫，進行茭白筍健康管理第一期作之生產成本分析，第一期作自 2012 年 11 月至 2013 年 5 月採收結束止，第二期作自 2012 年 6 月至同年 10 月採收結束止，田區皆以 0.1 ha 之慣行管理區與健康管理區為試驗範圍，紀錄 2013 年茭白筍一期作生產成本效益並比較慣行管理區與健康管理區之差異。

將農戶記帳資料整理建檔，生產成本分為「第一種生產費」及「第二種生產費」，其計算方法說明如下：

1. 第一種生產費 = 直接費用 + 間接費用
2. 第二種生產費 = 第一種生產費 + 地租 + 資本利息
3. 粗收益 = 產量 × 單價
4. 直接費用 = 種苗費 + 肥料費 + 病蟲害防治費 + 能源費 + 材料費 + 機工費 + 人工費
5. 農家賺款 = 粗收益 - 總生產成本 (第二種生產費) + 自家工 + 自給地租 + 資本利息

分析結果，第一期作健康管理區之第二種生產費為 56,821 元/0.1 ha，慣行管理區為 61,271 元/0.1 ha，健康管理區較慣行管理區節省 4,450 元/0.1 ha。從各項目成本進行比較，發現健康管理區節省之成本為人工費 3,300 元/0.1 ha 及肥料費 1,106 元/0.1 ha，健康管理區施用肥料次數比慣行管理區少 3 次，相對地也影響到人工費。在產量部分，健康管理區茭白筍的產量為 1,168 kg/0.1 ha，而慣行管理區茭白筍的產量僅 1,076 kg/0.1 ha，健康管理區茭白筍的產量較慣行管理區增加 8.6%。換算結果，第一期作健康管理區農家賺款為 30,744 元/0.1 ha，慣行管理區為 25,514 元/0.1 ha，健康管理區因節省肥料及人工費，且產量高於慣行管理區，故較慣行管理區多賺 5,230 元/0.1 ha(表 4)。

分析茭白筍第二期作生產費用，健康管理區的肥料施用量比慣行管理區少 1.06 倍，故肥料費節省 1,230 元/0.1 ha，相對地也反應在人工費上，健康管理區較慣行管理區節省 947 元/0.1 ha，健康管理區第二種生產費為 44,937 元/0.1 ha，慣行管理區為 47,144 元/0.1 ha，健康管理區較慣行管理區節省 2,207 元/0.1 ha。產量方面，

健康管理區茭白筍的產量為 2,086 kg/0.1 ha，而慣行管理區茭白筍的產量僅 1,838 kg/0.1 ha，健康管理區茭白筍的產量較慣行管理區增加 13.5%。結果顯示，第二期作農家賺款健康管理區為 96,565 元/0.1 ha，慣行管理區為 81,695 元/0.1 ha，健康管理區因農友配合本場健康管理栽培技術及採合理化施肥結果，產量不但高於慣行管理區，農家賺款亦較慣行管理區多賺 14,870 元/0.1 ha (表 4)。

結 語

茭白筍產業是埔里地區重要的經濟命脈，為解決產業面臨的問題，臺中區農業改良場推動『作物健康管理』，整合土壤現況改良、合理化施肥、栽培技術優質化及病蟲害管理等各項技術。分項成果展現如下：(1) 土壤現況改良：土壤 pH 值由 4.85 調整至 5.5，且各項土壤特性回復參考值；(2) 合理化施肥：茭白筍栽培期間，減少施肥次數 3 次及 65.4% 的施肥量；(3) 栽培技術優質化：定期剝除病老葉，改善植株間通風性，植株生長健壯；(4) 病蟲害管理：土壤添加含矽資材以增加植株對病蟲害的抗性，導入非農藥資材防治病蟲害，顯著降低病蟲害的發生，並達到無農藥殘留的目標。而且，降低了生產投入，農民的收益反而得到了提升，真正作到「筍葉長青、筍農顏開、健康升級、安全加分」的境界。

表 4. 2013 年埔里鎮茭白筍健康管理之生產成本與收益分析 (單位：元/0.1 公頃)

Table 4. The cost and benefit analysis of waterbamboo health management in Puli township in 2013 (Unit: NT\$/0.1 ha)

Item	First cropping season			Second cropping season		
	Customary area (A)	Health area (B)	Differ. (B-A)	Customary area (C)	Health area (D)	Differ. (D-C)
Seedling	4,200	4,200	0	2,000	2,000	0
Fertilizer	4,990	3,884	-1,106	3,070	1,840	-1,230
Pest Control	1,811	1,811	0	1,930	1,930	0
Energy	2,094	2,094	0	2,334	2,334	0
Materials of Equipment	201	217	16	251	251	0
Mechanization	2,200	2,200	0	0	0	0
Labor	37,650	34,350	-3,300	29,625	28,678	-947
(Family Labor)	34,350	31,050	-3,300	23,925	22,978	-947
Direct Cost	53,146	48,756	-4,390	39,210	37,033	-2,177
Farming Tools Depreciation	4,110	4,110	0	4,110	4,110	0
Indirect Cost	4,110	4,110	0	4,110	4,110	0
Primary Production Cost	57,256	52,866	-4,390	43,320	41,143	-2,177
Land Rents	3,228	3,228	0	3,228	3,228	0
(Self-Supplied)	3,228	3,228	0	3,228	3,228	0
Capital Interest	787	727	-60	596	566	-30
Total Production Cost	61,271	56,821	-4,450	47,144	44,937	-2,207
Yield (kg)	1,076	1,168	92	1,838	2,086	248
Gross Revenue	48,420	52,560	4,140	101,090	114,730	13,640
Farmer Earning	25,514	30,744	5,230	81,695	96,565	14,870

參考文獻

- 2002 Agricultural Statistics Yearbook. 2003. Council of Agriculture Publ., Taipei, Taiwan. (in Chinese)
- 2012 Agricultural Statistics Yearbook. 2013. Council of Agriculture Publ., Taipei, Taiwan. (in Chinese)
- Chang, L. S. 1981. Anatomical and physiological research on gall formation in young shoot of *Zizania latifolia*. National Chung Hsiang University master thesis. 46pp.
- Chang, H. S., and L. B. Thrower. 1980. The host - parasite relationship between *Zizania latifolia* Turcz. and *Ustilago esculenta* P. Henn. IV. Growth substances in the host - parasite combination. *New Phytol.* 85: 225-233.
- Huang, J. H., C. A. Chang, P. J. Ann, and J. Y. Lin. 2005. Lamp lighting on beauty leg for waterbamboo shorten block prevention and production period regulation possibility. *Tec. Ser.* 61: 18-22. (in Chinese)
- Kuo, H. W., T. Y. Chen, C. C. Shih, K. C. Yang, Y. C. Wang, H. K. Chou, S. H. Cheng, J. F. Shyu, S. C. Su, S. C. Yang, C. L. Chang, S. T. Chen, M. C. Lu, C. J. Chiang, S. C. He, M. C. Cheng, Y. F. Huang, and D. Y. C. Shih. 2010. Monitoring of pesticide residues on marketed agricultural products in Taiwan. *Ann. Rept. Food Drug Res.* 1: 23-40. (in Chinese with English abstract)
- Kuo, X. K., T. C. Lin, and C. T. Liao. 2011. Rooty vegetable, waterbamboo. Crops. p.714-723. in: *Guideline for Taiwan Organic Agricultural techniques.* Harvest Publ., Taipei, Taiwan. (in Chinese)
- Ma, J. F., and N. Yamaji. 2006. Silicon uptake and accumulation in higher plants. *Trends in Plant Sci.* 11: 392-397.
- Laing, M. D., M. C. Gatarayiha, and A. Adandonon. 2006. Silicon use for pest control in agriculture: A review. *Proc. S. Afr. Sug. Technol. Ass.* 80: 278-286.
- Liao, C. T., C. S. Lin, and C. C. Chen. 2002. Surveys on the diseases and pests and their occurrence on waterbamboo (*Zizania latifolia* Turcz.) in Taiwan. *Res. Bull. Taichung DAIS.* 75: 59-72. (in Chinese with English abstract)
- Liao, C. T., C. S. Lin, and C. C. Chen. 2005. Biological control of the golden apple snail (*Pomacea canaliculata*) by black carp (*Mylopharyngodon piceus*) and walking catfish (*Clarias batrachus*). 13pp. in: *Proceedings of the APEC Symposium on the Management of the Golden Apple Snail.* September 6-11, 2004. Pingtung, Taiwan. National Pingtung University of Science and Technology, Chinese Taipei.
- Lin, C. H., and L. R. Chang. 1981. Studies on the gall formation of *Zizania latifolia* Turcz. I. Anatomical approach. *Proc. Natl. Sci. Council. B. ROC.* 5: 293-296.
- Lo, I. F., F. M. Wei, C. T. Liao, and P. C. Kuo. 2007. Efficiency of control of the golden apple snail by brown Tsaiya duck in *Zizania latifolia* cultivation. *Seed and Nursery* 9: 9-18. (in Chinese with English abstract)
- Tai, C. Y., J. H. Tsai, and W. L. Chen. 2012. Research and integrated management of organic vegetable production system. p.117-130. in: *Proceedings of the International Conference on the Development of Organic Agriculture Industry.* May 8, 2012. Changhua, Taiwan. Taichung District Agricultural Research and Extension Station Publ., Changhua, Taiwan. (in Chinese with English abstract)
- von Uexküll, H. R., and E. Mutert. 1995. Global extent, development and economic impact of acid soils. P. 5-19. in: *Plant-Soil Interactions at Low pH: Principles and Management.* Dordrecht, The Neth: Kluwer Acad.
- Yang, H. C., and L. S. Leu. 1978. Formation and histopathology of gall induced by *Ustilago esculenta* in *Zizania latifolia*. *Phytopathology* 68: 1572-1576.

Establishment of the Production System for Waterbamboo (*Zizania latifolia* Turcz.) Health Management

Chung-Ta Liao^{1,*}, Yi-Fong Tsai², Jeng-Hong Tsai³, Ben-Yuan Tsai⁴, and Chien-Chih Kuo¹

¹ Associate Researcher (C. T. Liao) and Assistant Researcher (C. C. Kuo), respectively, Crop Environment Section, Taichung District Agricultural Research and Extension Station, Changhua, Taiwan, ROC.

² Researcher and Branch Director, Puli Branch, Taichung District Agricultural Research and Extension Station, Nantou, Taiwan, ROC.

³ Assistant Researcher, Crop Improvement Section, Taichung District Agricultural Research and Extension Station, Changhua, Taiwan, ROC.

⁴ Assistant Researcher, Agricultural Extension Section, Taichung District Agricultural Research and Extension Station, Changhua, Taiwan, ROC.

* Corresponding author, e-mail: liaoct@tdais.gov.tw; Fax:(04)8527455.

Abstract

Waterbamboo (*Zizania latifolia* Turcz.) is a high economic value cash crop in Puli area. Waterbamboo has been planted more than two decade at the same field and has continuously flooded during the cultivated period. As the high water level in the field, farmers have considered more fertilizers application for waterbamboo need. Otherwise, leaf spot, *Helminthosporium zizaniae*, of waterbamboo was a seriously disease from the middle to end of cultivated period and let yield loss drastically. Taichung district agricultural research and extension has focused on the major problems as facing the waterbamboo cultivation and raised the opposite resolved strategies. We have considered four directions, included crop, environment, producers and consumers, to build the new situation of waterbamboo industry. The health management area was set up in Puli township, Nantou County in 2013, and customary area as blank. Before waterbamboo seedling planted, the soil had been sampled for soil fertility diagnosis. Results showed that pH value of acidic soil was 4.85, and the amount of Ca was lower than reference value. To resolve the condition, 2,500 kg/ha lime material and 3,000 kg/ha silicon material were applied to soil of health management area to let pH value was adjustment from 4.85 to 5.5, and many soil characters had comeback to normal values. The amount of N-P₂O₅-K₂O was 398 - 398 - 398 kg/ha in health management, less than 1,313 - 620 - 756 kg/ha in customary area, which reduced 915 - 222 - 358 kg/ha application. The number of fertilizer application had decreased 3 times and the amount of fertilizer had reduced 65.4%. Furthermore, the yield of waterbamboo was 32,540 kg/ha in health management area, more than 29,140 kg/ha in customary area, which increased 340 kg/ha, enhanced 11.7% approximately. Otherwise, the older and residue leaves had erased to improvement the airy capacity between waterbamboo plants. The silicon materials had added into soil to enhance the resistant for plant to pests and non-pesticide materials had used to control pest, which had decreased the damage caused by *Uromyces coronatus*, *H. zizaniae*, and *Saccharosyden procerus*, and achieve the goal of non-pesticide residue. The cost of fertilizers and labor in health management area was saving and the yield of harvest was higher than customary area. According the analysis of cost and benefit, the farmer earning was NT\$ 127,309/0.1ha in health management area, and NT\$ 107,209/0.1ha in customary area. The farmer earning was increased 20,100 NT\$/0.1ha, approximately 18.7% in health management area.

Key words: Waterbamboo, Health management, Technique integration, Cost-benefit analysis.