

利用夜間照光與割除枝葉以調控茭白筍採收期

黃晉興^{1,*} 蘇俊峰² 陳泊菘³

摘要

黃晉興、蘇俊峰、陳泊菘。2018。利用夜間照光與割除枝葉以調控茭白筍採收期。台灣農業研究 67(3):309–317。

「早生青殼」茭白 (*Zizania latifolia*) 是台灣最主要之商業栽培品種，以慣行栽培每一年有 2 個產期，分別為 4–6 月及 7–10 月。第一期作通常於 1 月初種植，若提早於 12 月初種植，通常結的筍很細小，無商業價值，俗稱「矮化症」。由生長箱的栽培試驗結果顯示，短日處理會促進茭白結筍，長日處理則有抑制效果，幼苗對短日感應較為敏感，因此在茭白生長初期，於田間以人工光源進行夜間照光則可避免矮化症的發生。實際在田間將種植期提早 30 d，加上苗期夜間照光 60 d (12 h d⁻¹)，證實可較慣行農法提早約 20 d 採收。於第二期作採收後，進行排水及割除枝葉處理，可促使植株提早大量產生幼苗，這些幼苗配合夜間光照，同樣可正常結筍，可因此在冬季產生第三個採收期。此外，產期可進一步利用照光日數之加長或縮短來延後或加速結筍來進行產期微調。在商業栽培區之田間分區，以這些技術在不同時間進行處理，證實可由此發展出一年三產期的栽培技術，同時達到週年生產之結果。

關鍵詞：茭白、產期調控、週年生產。

前言

茭白 (*Zizania latifolia* Turcz.) 種植地區分布於亞洲東部，如俄羅斯、中國大陸、韓國、日本、台灣、東南亞國家以及印度等地 (Chan & Thrower 1980; Thrower & Chan 1980; Terrell & Batra 1982)，以中國大陸的栽培面積最大，有 100,000 ha 以上 (Jiang 2004)。數百年前中國大陸即有種植與採收茭白筍的記載，而且境內茭白品種眾多，主要區分為「單季茭」(single-season crop) 與「雙季茭」(two-season crop)，分別於春初與春末種植。前者僅於秋季採收 1 期，後者採收 2 期，主要產筍期在當年秋末與次年夏初。在中國大陸，由於冬季低溫期茭白生長停滯與休眠，單季茭於冬季休耕，而雙季茭之地下莖與根於土壤中越冬至次年春季生長 (Jiang 2004; Guo *et al.* 2007)。雖然茭白是多年生作物，但

為了避免因持續宿根栽培而導致筍體內的黑穗菌孢子堆增多，影響商品價值，故現今多不宿根栽培，而以一年生的方式栽培茭白筍 (Jiang 2004)。

茭白筍在台灣又稱「水筍」或「美人腿」(Leu *et al.* 1977; Yang & Leu 1978; Lin 2005)，台灣茭白筍的栽培面積近 30 年來約有 1,500–3,000 ha，栽培的品種與方法據傳為 200 餘年前自中國大陸傳入 (Lin 1995)。近年來的品種有「早生青殼」(‘Green Shell Early’) 與「赤殼」(‘Red Shell’) 等 2 個品種 (Lin 2005)。「早生青殼」茭白品種為台灣栽培最多的品種，栽培面積估計約佔 80%，主要栽培地為南投縣埔里鎮。栽培期為 1–10 月，定植 90–100 d 後開始採收，有 2 個主要產筍期分別在 4–6 月 (第一筍期) 及 7–10 月 (第二筍期)，但 7 月高溫筍量明顯較少；「赤

投稿日期：2016 年 7 月 19 日；接受日期：2017 年 12 月 8 日。

* 通訊作者：jhhuang@tari.gov.tw

¹ 農業委員會農業試驗所植物病理組副研究員。台灣 台中市。

² 農業委員會農業試驗所植物病理組助理研究員。台灣 台中市。

³ 農業委員會農業試驗所植物病理組研究助理。台灣 台中市。

殼」品種栽培期為 3–11 月，只在 9–11 月有 1 產筍期 (Lin 2005)。該 2 種茭白筍品種皆在冬季休耕，而產量高的時期價格低，反之則產量低的時候價格高，高低價格可有數倍的差異 (Lin 1995)。為提高台灣冬季與春季茭白筍產量，部分農民搶早在 11–12 月種植，然而經常造成定植後不到 40 d 即異常結筍，筍體細短，毫無商品價值，且不利第一期筍的生產 (Lin 1995)。然而在 2001 年 1–2 月，埔里地區於正規時期所栽種的茭白植株出現大規模幼苗異常結小筍的現象，稱之為『矮化症』(Huang *et al.* 2009; Huang & Ann 2016)，估計當年約有 500 ha 茭白田發生此病害。經由研究結果顯示，此病害乃是茭白植株在長夜季節的生理反應，而夜間照光可以完全防治此病害 (Huang & Ann 2016)。本研究以夜間照光預防矮化症，配合筍期末排水並割除枝葉，研發茭白筍採收期調控之栽培方法。

材料與方法

供試植株之栽培

本試驗之供試茭白植株如無特別說明均為「早生青殼」品種。

盆鉢栽培：自南投縣埔里鎮田間取回苗齡 45–60 d 之茭白植株，從整叢植株取出部分分蘖苗 (含根) 移植至盛有 2.5 L 農試所田土與 2.5 L 地下水之圓柱形桶中 (直徑 24 cm，高度 30 cm)，去除三分之二長度的葉片而使株高低於 1 m，每桶種植 1 株 (約有 3–5 枝分蘖苗)，置於 24°C (光照 12 h d⁻¹，光照強度為 51.7–70.3 μM m⁻² s⁻¹) 生長箱培養 7 d 後備用。

田間栽培：田間試驗地點為南投縣埔里鎮。使用來自前一期作的茭白結筍株製備而成的種莖 (Huang & Ann 2016)，經過築畦育苗 30 d 後，苗高 30–45 cm 即可植於試驗田，每公頃約種植 8,000 株 (叢)。慣行農法為 12 月上旬育苗 1 個月而於次年 1 月上旬移植，而其他處理之農法則可提早或延後育苗與移植。茭白植株可發育數十分枝而形成叢狀，試驗田維持浸水的狀態，視植株生長逐漸調高水位，於結筍期達到最高水位約 60–90 cm 深。自移植至試驗田後約 90–100 d 開始陸續結筍，結筍期間每 3–4 d 採收 1 次。

採筍時，割除莖基部與枝葉而留下葉鞘包覆的筍體 (長約 30 cm) 秤重，視為茭白筍的產量。每 10 d 合計 1 次產量 (公斤/公頃，kg ha⁻¹)，記錄為每個月上、中及下旬產量。慣行農法將 3–6 月採收之茭白筍視為第一期筍，而 7–10 月採收視為第二期筍。

田間夜間照光：每公頃架設 20–30 盞高約 4–5 m 的高壓鈉燈 (220 V，400 W，地方商家自行組裝，台灣南投縣)，燈間距離約 20–30 m，照射角約朝下約 15–30 度。夜間自下午 6 點起，每夜照光 12 h，試驗田植株所受光量 > 0.5 μM m⁻² s⁻¹。每數日調整照射方位，以避免田區光強度不均勻 (圖 1A、B、C)。

生長箱栽培測試苗齡與光照時間長度對茭白筍結筍之影響

如前述栽植桶栽培方式製備供試植株，植株來自埔里田間苗齡分別約為 1.0–1.5 與 2.5–3

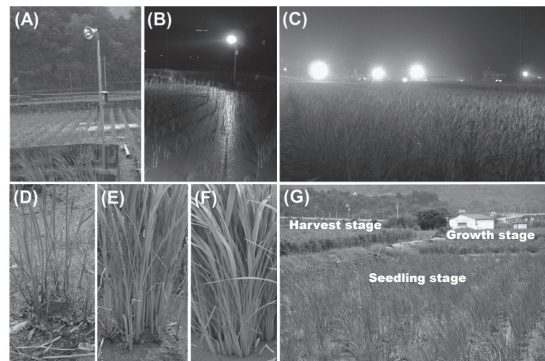


圖 1. 夜間照光及割除地上部枝葉對茭白生長影響之田間狀況。(A–C) 架設 400W 高壓鈉燈進行田間茭白夜間照光試驗情形；(D–F) 田區排乾水並割除地上部枝葉使茭白分蘖苗長出且生長成叢；(G) 試驗田內茭白筍產期調節，分別為幼苗期 (seedling stage)、生長期 (growth stage) 與採收期 (harvest stage) 田區。

Fig. 1. The experimental field indicating the effect of night lighting and shoots cut-off on growth of water bamboo. (A–C) The setting of lighting of 400W high pressure sodium lamps at night to regulate the growth of field grown water bamboo. (D–F) The regenerated clustering shoots of water bamboo after drainage and cutting off all the shoots from the underground stem clumps. (G) The field sections of plants at seedling, growth, and harvest stages represented the intra-field design for series of harvest time.

個月。爾後於 24°C (光照強度為 51.7–70.3 $\mu\text{M m}^{-2} \text{s}^{-1}$) 生長箱培養，而生長箱光照時數區分為 8、12 以及 16 h d^{-1} ，每一處理 3 重複，每重複 5 盆，6 wk 後記錄結筍率。

早植並於苗期夜間照光對茭白生長之影響

試驗分為處理組 A、B 及對照 3 組，處理組 A 與處理組 B 較慣行農法提早 1 個月種植，皆於 2004 年 11 月上旬育苗且於 12 月上旬移植於試驗田。而對照組的慣行農法，則於 2004 年 12 月 1 日育苗而於 2005 年 1 月 1 日移植。處理組 A 夜間無照光，但處理組 B 自移植日起施以夜間照光 60 d，如前所述。每個試驗田區於 2 月下旬取 200 株植株記錄矮化症發病率，產量紀錄如前所述。

割除枝葉並於夜間照光對茭白生長之影響

田間試驗分為處理組與對照組 2 塊試驗田，於 2006 年 12 月上旬育苗而 2007 年 1 月上旬移植。處理組是在第一筍期末期 (5 月下旬) 將田水排乾，割除原植叢地上部的全部枝葉，留下土中的茭白莖基盤可再長出幼苗，稱之『再生苗』(圖 1D、E、F)。在再生苗長出後約 45 d 再復水，而於第二筍期末期 (10 月上旬) 同上述處理，並自再生苗長出後於夜間照光 12 h，共照光 60 d。對照組為慣行農法不排水也於夜間無照光，種植後產量依照前述紀錄。

夜間照光日數對茭白筍的採收期之影響

試驗分別在兩個不同月份進行，2009 年 8 月 15 日秋季初期 (A 及 B) 與 2009 年 10 月 15 日秋季末期 (C 及 D)。割除茭白地上部全部枝葉，使茭白莖基盤再長出再生苗，再施以夜間照光處理，A、B、C 以及 D 分別為 4 個不同的試驗田區。夜間照光處理分為 75 d (A 及 C) 或 90 d (B 及 D)，種植後記錄採筍時間，產量紀錄如前述。

茭白筍週年採收栽培流程之建立

田間試驗分為處理組 3 塊，與對照組 1 塊共 4 塊試驗田，於處理組不同塊田地不同月份割除枝葉與長夜季節夜間照光 60–75 d，以調控茭白筍採收期 (圖 1G)。於割除枝葉後約 90 d 採收，

採收期約 30 d。A 產期調控第一區：於 2012 年 1 月割除地上部枝葉、排乾水 1 個月，使土中的茭白莖基盤長出再生苗，並夜間照光 60 d。5 月採收期後，重複前述方法割除地上部枝葉但不夜間照光，9 月採收期後相同處理方式，但再度夜間照光 75 d；B 產期調控第二區：分別於 2011 年 12 月、2012 年 4 月與 8 月割除地上部枝葉、排乾水 1 個月，僅於 12 月之處理夜間照光 75 d；C 產期調控第三區：分別於 2011 年 11 月、2012 年 3 月與 7 月上旬割除地上部枝葉、排乾水 1 個月，僅於 11 月之處理夜間照光 75 d；D 對照組 (慣行農法區)：2012 年 1 月移植而 10 月中旬結束。種植後記錄採筍時間與每個月上、中及下旬每 10 d 合計 1 次產量。

結果

苗齡與光照時間對茭白結筍之影響

在生長箱試驗中，不同光照對茭白筍結筍率影響之試驗中，苗齡約 1.5 個月茭白幼苗之結筍率隨光照時間增加而結筍率減低，於 8、12 及 16 h d^{-1} 光照下幼苗結筍率分別為 79.2、4.5 以及 0.0%。而苗齡約 3 個月成株之結筍率，則分別為 76.2、61.5、50.0%，亦有隨光照時間增加而結筍率降低之趨勢 (表 1)。

早植及苗期夜間照光對茭白筍生長之影響

將種植期提早到前一年的 12 月，處理組 A (無夜間燈照) 及處理組 B (夜間照光) 的矮化症發病率，分別為 29.5% 及 0%，對照組 (慣行農

表 1. 光照時間長度與株齡對茭白筍結筍之影響。

Table 1. Effect of light duration and shoot age on gall formation of *Zizania latifolia* at 24°C for 6 wk.

Plant age (mo)	Light period (h d^{-1})	Gall formation rate (%)
1.5	8	79.2 a ^z
	12	4.5 c
	16	0.0 c
3.0	8	76.2 a
	12	61.5 b
	16	50.0 b

^z Means followed by the same letters are not significantly different at $P < 0.05$ (least significant difference test; LSD Test).

法) 則為 0.5%。處理組 A 於 2 月中旬即開始產生少量畸型但尚有商品價值的茭白筍，直到 4 月上旬才有較正常的茭白筍產出，大量產筍的時期為 5 月；處理組 B 自 3 月中旬即有正常的茭白筍產出，大量產筍的時期為 4 月；對照組自 4 月上旬有正常的茭白筍產出，大量產筍的時期為 4 月下旬至 5 月中旬。第一期筍 (3–6 月) 產量由低至高分別為處理組 A 組 7.5 t ha^{-1} 、對照組 9.7 t ha^{-1} 、處理 B 組 11.8 t ha^{-1} ；第二期筍 (7–10 月) 產量由低至高分別為處理 A 組 16.5 t ha^{-1} 、處理 B 組 23.1 t ha^{-1} 、對照組 23.3 t ha^{-1} (圖 2)。顯示早植可以提早產期，但是會導致植株發生矮化症，若是配合夜間燈照，則可將產期提早並且避免矮化症之發生。

利用割除枝葉與施以夜間照光創造出第三期茭白筍採收期

處理組可有 3 次採收期，其產量分別為是分別為 12.1 t ha^{-1} 、 20.3 t ha^{-1} 及 15.1 t ha^{-1} (圖

3)；而對照組僅有兩次採收期，產量分別為 13.9 t ha^{-1} 及 20.7 t ha^{-1} 。處理組在第一及二採收期排水、割除植叢地上部後再生苗生長集中 (圖 1 D–F)，因此下一筍期採收時間縮短為 1 個月。處理組第一筍期由於割除枝葉而放棄末期筍量，故產量低於對照組 13.9 t ha^{-1} 低，但處理組第二筍期產量沒有影響，且創造出 12 月下旬至 1 月下旬的第三產筍期。

利用夜間照光日數調控茭白筍的採收期

砍除地上部枝葉後給予夜間照光日數較長者，有較高的產筍量，但停止燈照到採筍時間也略微延長 (圖 4)。處理 A 組於 8 月 15 日給予處理 75 d，在停止夜間照光後約 17 d (11 月 15 日) 後開始採筍，採收 22 d 結束 (12 月 6 日)，產量為 15.3 t ha^{-1} (圖 4A)。處理 B 組的夜間照光日數為 90 d，在停止夜間照光後約 24 d (12 月 6 日) 開始採筍，採收 24 d 結束 (12 月 31 日)，產量為 20.4 t ha^{-1} (圖 4B)。處理 C 組於 10 月 15 日

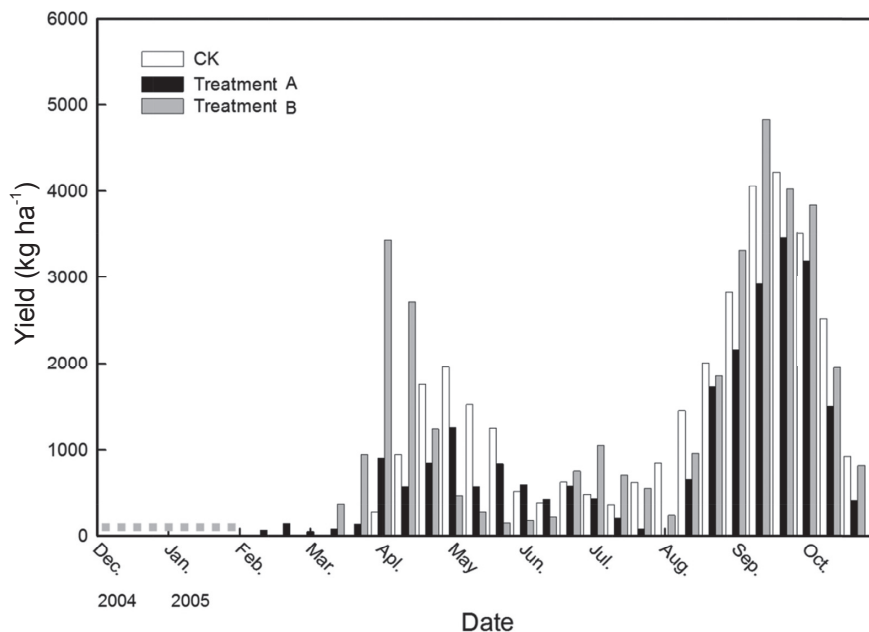


圖 2. 早植 1 個月以及苗期夜間照光對茭白筍生產之影響。處理組 A 與 B 為 2004 年 12 月 1 日移植 (Treatment A, B)，處理組 B 並自移植日起施以夜間照光 60 d (灰色橫虛線)。對照組 (CK) 為慣常栽培，於 2005 年 1 月 1 日移植。

Fig. 2. Effect of early planting and night lighting on the yield of water bamboo. Plants in treatments A and B were planted on December 1, 2004. Plants in treatment B were supplied with night lighting (12 h d^{-1}) for 60 d. Plants in control (CK) were planted on January 1, 2005 as ordinary cultivation.

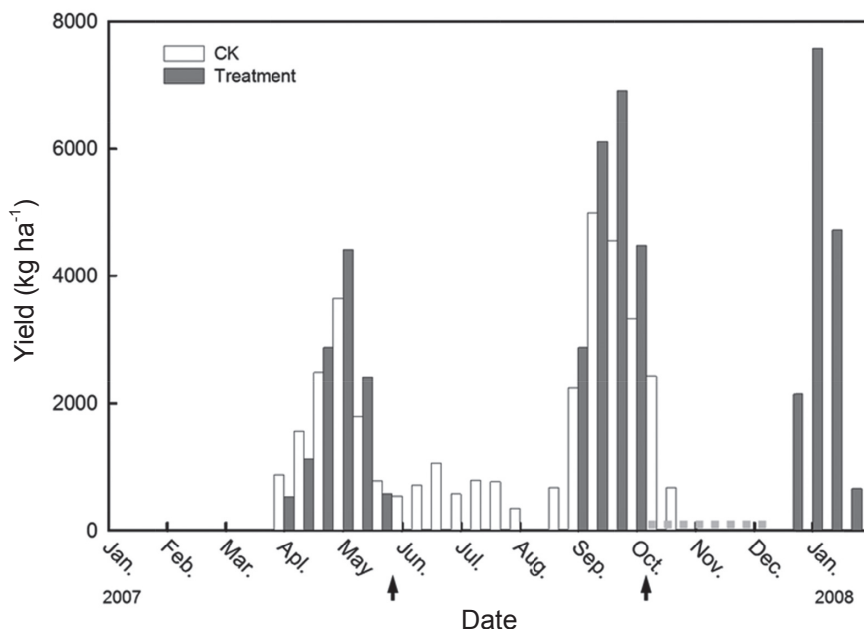


圖 3. 割除枝葉與施以夜間照光對茭白筍生長與採收期之影響。慣行栽培法 (CK) 與處理組 (Treatment) 皆為 2007 年 1 月 1 日開始移植，處理組在第一與第二筍期結束後進行排水並割除地上部枝葉 (箭號) 使分蘗同期長出，而第二筍期採收後並同時施以夜間照光 60 d (灰色橫虛線)。

Fig. 3. Effect of shoots cut-off and night-time lighting on the yield of water bamboo. Arrows indicate the date of cutting shoots off and gray horizontal dashed lines show the treatment of night lighting for 60 d.

給予處理 75 d，在停止夜間照光後約 29 d (1 月 27 日) 開始採筍，採收 23 d 結束 (2 月 19 日)，產量為 16.7 t ha⁻¹ (圖 4C)。而處理 D 組則夜間照光日數為 90 d，在停止夜間照光後約 36 d (翌年 2 月 18 日) 開始採筍，採收 26 d 結束 (3 月 16 日)，產量為 21.9 t ha⁻¹ (圖 4D)。

建立茭白筍週年採收栽培流程

產期調控第一區自割除枝葉長新苗後約 90 d 開始產筍，但筍季集中，且有 3 個筍期，分別於 4 月上旬至 5 月上旬、8 月上旬至 9 月上旬與 12 月整月，產量分別為 14.8、15.4 及 11.4 t ha⁻¹，全年產量為 41.6 t ha⁻¹ (圖 5A)。產期調控第二區，自割除枝葉長新苗後約 95 d 開始產筍，亦有 3 個集中筍期，分別於 3 月中旬至 4 月中旬、7 月中旬至 8 月中旬與 11 月中旬至 12 月上旬，產量分別為 14.2、9.2 及 13.8 t ha⁻¹，全年產量為 37.1 t ha⁻¹ (圖 5B)。產期調控第三區，自割除枝葉長新苗後約 90 d 開始產筍，3 個集中筍期，分別於 1 月下旬至 2 月下旬、6 月整月與 9 月下

旬至 12 月下旬，產量分別為 14.6、10.3 及 13.3 t ha⁻¹，全年產量為 38.2 t ha⁻¹ (圖 5C)。在慣行農法區種植後約 90 d 開始少量產筍，3 月下旬至 6 月下旬採收第一期筍，產量為 14.2 t ha⁻¹，7 月中旬至 10 月中旬採收第二期筍，產量為 20.5 t ha⁻¹，全年產量為 34.7 t ha⁻¹ (圖 5D)。

討論

本研究結果顯示，在南投縣栽培的茭白「早生青殼」品種，提早種植易發生矮化症，此係由於茭白幼苗對短日照敏感，植株尚未成長即結筍所致。故以人工光源於茭白生長初期進行夜間照光 60 d，則可避免矮化症的發生，在停止夜間照光 30 d 後 (苗齡 90–100 d) 結筍，採收期可落在 3 月而較慣行農法提早約 20 d。再利用採筍期末期排水並割除枝葉，短期間內大量長出茭白幼苗，使第二期茭白筍結筍期集中，以縮短採筍期而增加茭白生長時間，便可在冬季配合夜間照光創造出第 3 個筍期。於數塊田

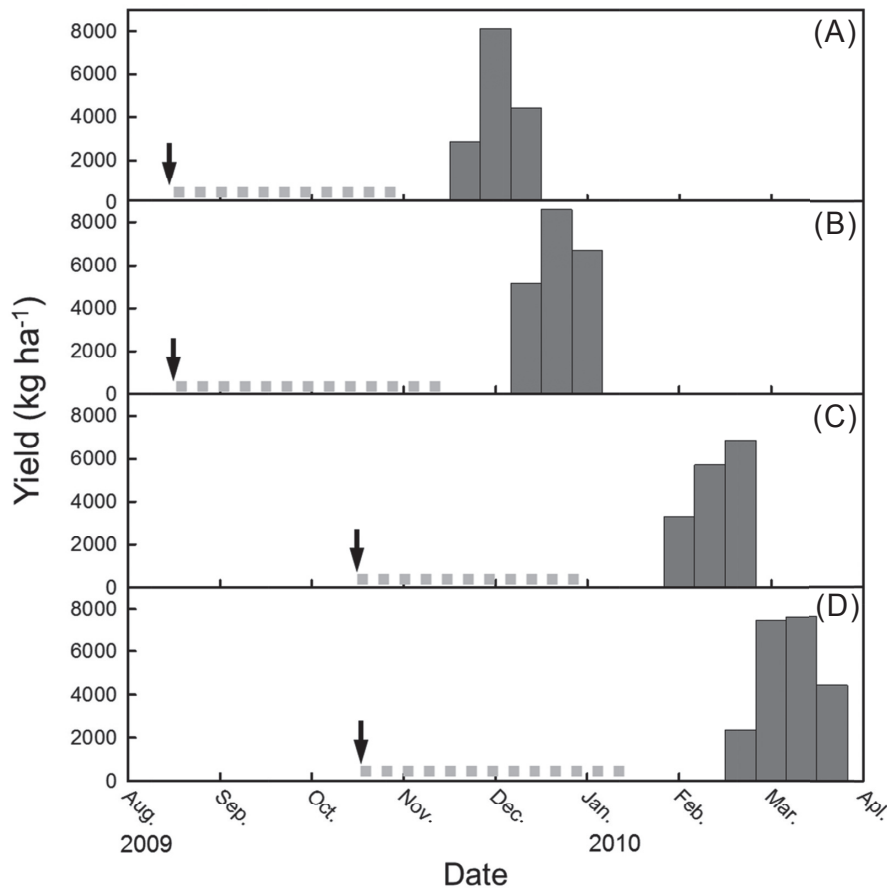


圖 4. 夜間照光日數對茭白筍的採收期與產量之影響。(A) 及 (C) 為夜間照光 75 d 處理，(B) 及 (D) 為 90 d 處理。(A)、(B)、(C) 及 (D) 為 4 個試驗田編號。箭號所指為割除茭白地上部全部枝葉時間，灰色橫虛線則為夜間照光期間。

Fig. 4. Effect of night-lighting days on the yield of water bamboo. The periods of night lighting were 75 d in treatments (A) and (C). There were 90 d in treatments (B) and (D). (A), (B), (C) and (D) represented 4 individual fields. Arrow indicated the date of cutting shoots and gray dashes represented the duration of night-lighting.

區分別於不同月份進行排水並割除枝葉，在長夜季節配合夜間照光，則可將茭白結筍期錯開，得以調控茭白筍產季而週年採收。

生長箱的栽培試驗結果顯示，茭白幼苗於長夜處理有高結筍率，而於中短夜處理則不結筍，但株齡約 3 個月的成株即使於 16 h d^{-1} 長日處理仍有 50.0% 結筍率 (表 1)。顯示茭白植株對光的感受性因株齡不同，幼苗較成株敏感。幼苗矮化症不曾在夏季出現 (Huang & Ann 2016)，而夏季成株結筍率會較其他季節低 (圖 2、3、5)，可能與日照較長且溫度較高有關。然而在延長夜間光照日數的田間試驗，茭白植株於株

齡 110–120 d 結筍 (圖 4B、4D)，較慣行栽培 90–100 d 結筍延後約 20 d 結筍，而部分夜間照光度強的區域，茭白筍結筍的株齡更延後，可見株齡 90–100 d 茭白植株並不一定會結筍，視茭白品種、茭白黑穗菌與環境之間的相互作用而定。

田間試驗的結果顯示，夜間照光會抑制茭白結筍，然而停止夜間照光並不會開始結筍。停止夜間照光後，夜長較長的月份較快結筍，而夜長次長的月份則較慢結筍，在 11–12 月停止夜間照光 2–3 wk 後即開始結筍，而在 1–3 月須停止夜間照光 4–6 wk (圖 2–5)。此現象可能

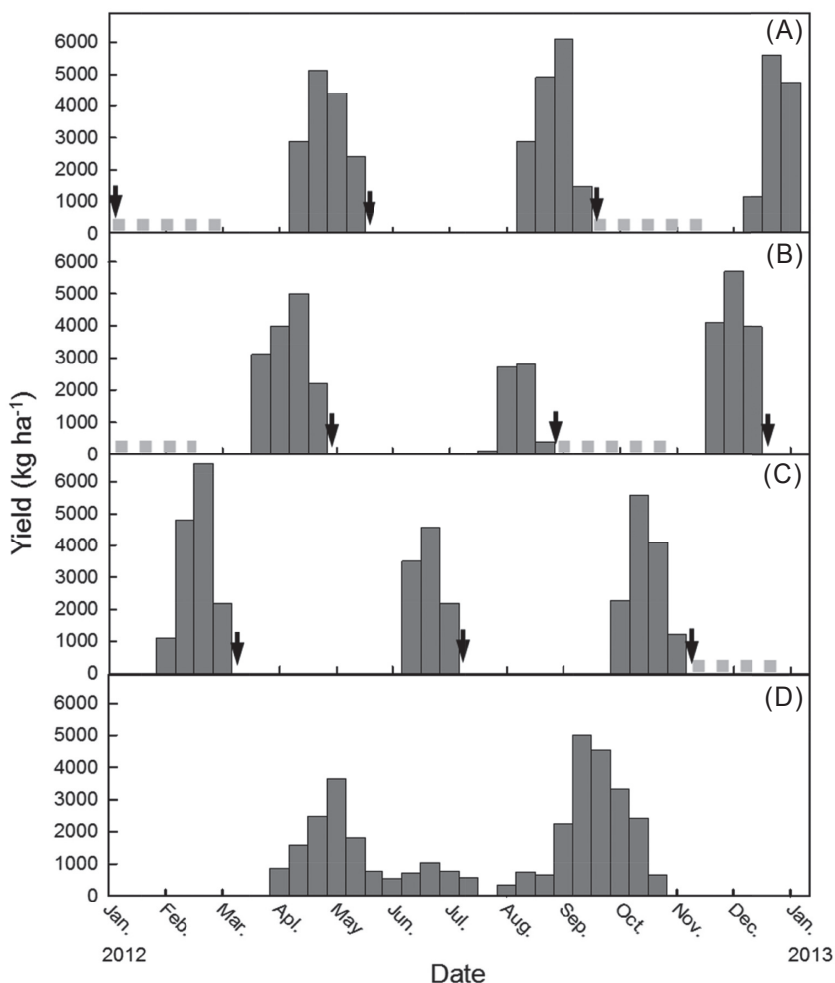


圖 5. 茭白筍週年採收栽培流程之建立。(A)、(B) 及 (C) 為 3 個不同割除茭白地上部全部枝葉與夜間照光規劃試驗，(D) 為慣行栽培期。箭號所指為割除茭白地上部全部枝葉時間，灰色橫虛線則為夜間照光期間。

Fig. 5. The establishment of year-round production in water bamboo. (A), (B) and (C) represented three treatments with different shoot cutting and night lighting schedule; (D) was ordinary cultivation. Arrows indicate the date of cutting shoots and gray dashes represented the duration of night-lighting.

與光照與溫度有關，值得進一步探討。由於夜間照光會抑制結筍，故夜間照光的日數長的處理較日數短的處理延後結筍，但生長期長的茭白筍產量較生長期短的處理高，原因是生長期較長的茭白植株較為高大，莖部也較粗大，故所結之筍形體也較大，所以產量較高(圖 4)。

在慣行的栽培方法中，最初是由 1 或 2 個種莖長出數枝幼苗，再逐次長出更多的分蘖苗而成叢，而成株亦逐次結筍，使每一個採筍期

約在 2-2.5 個月。故在南投的「早生青殼」茭白品種 1 年二收，顯示出雙季茭的特性。然而本研究發現，在第一與第二筍期末期排水並割除枝葉，讓茭白叢基盤在短期間內大量長出茭白幼苗，使結筍期變得較集中而 1 個筍期可縮短成 1 個月，並且有足夠的時間於冬季配合夜間照光創造出第三個筍期。本研究亦證明可週年產筍，明顯與以往雙季茭的定義不同。

茭白筍是茭白植株受茭白黑穗菌感染，在

適當的環境條件下，於莖部所形成的菌癭，故應將茭白結筍視為“發病”，而病害與寄主、病原菌以及環境之間的相互作用有關。中國學者將茭白品種主要區分為對日照敏感的單季茭和對日照不敏感的雙季茭，而雙季茭又進一步分為夏茭為主型（高溫孕茭型）與夏秋兼用型（低溫孕茭型）（Zhao *et al.* 1989; Jiang 2004），亦說明茭白結筍是與環境息息相關。本研究可將原歸類為雙季茭的「早生青殼」茭白品種，調控為一年可三收的“三季茭”，甚至可調控產筍的月份。故以產筍期的數目與時期來區分白筍的品種，筍的品種是否適合，則有待進一步研究與釐訂。

引用文獻

- Chan, Y. S. and L. B. Thrower. 1980. The host-parasite relationship between *Zizania caduciflora* Turcz. and *Ustilago esculenta* P. Henn. *New Phytol.* 85:201–233.
- Guo, H. B., S. M. Li, J. Peng, and W. D. Ke. 2007. *Zizania latifolia* Turcz. Cultivated in China. *Genet. Resour. Crop Evol.* 54:1211–1217.
- Huang, J. H. and P. J. Ann. 2016. Occurrence and control of stunting disease of water bamboo. *J. Taiwan Agric. Res.* 65:278–285.
- Huang, J. H., P. J. Ann, and Y. S. Lin. 2009. Stunting disease, harvesting period regulation and basal stem rot control of water shoots. *Plant Pathol. Bull.* 18:70–71. (in Chinese with English abstract)
- Jiang, J. Z. 2004. Variations among cultivars of *Zizania latifolia* in nutrients accumulation and distribution and the mechanisms. Ph.D. Dissertation, Yangzhou University, Jiangsu, China. 116 pp.
- Leu, L. S., H. C. Yang, and S. K. Sun. 1977. Preservation of wateroat, a crown gall of *Zizania latifolia* induced by *Ustilago esculenta*. *Plant Prot. Bull.* 19:238–244.
- Lin, T. C. 1995. Present status on Co-ba (*Zizania latifolia* Turcz.) production. p.215–226. *in: Proceeding of Symposium on Improvement of Vegetable Industry in Taiwan.* December 1, 1995. Taichung Dist. Agric. Res. and Exten. Stat. Publ., Taichung, Taiwan. (in Chinese with English abstract)
- Lin, T. C. 2005. Water bamboo. p.271–276. *in: Taiwan Agriculture Encyclopedia (Crop edition).* 3rd ed. Council of Agriculture, Executive Yuan. Taipei, Taiwan. 4700 pp. (in Chinese)
- Terrell, E. E. and L. R. Batra. 1982. *Zizania latifolia* and *Ustilago esculenta*, a grass-fungus association. *Econ. Bot.* 36:274–285.
- Thrower, L. B. and Y. S. Chan. 1980. Gan Sun: A cultivated host-parasite combination from China. *Econ. Bot.* 34:20–26.
- Yang, H. C. and L. S. Leu. 1978. Formation and histopathology of galls induced by *Ustilago esculenta* in *Zizania latifolia*. *Phytopathol.* 68:1572–1576.
- Zhao Y. W., P. S. Cao, and L. B. Xue. 1989. A preliminary study on classification of main variety resource of aquatic vegetables in China. *J. Jiangsu Agri. Coll.* 10:15–20.

Regulating the Harvest Period of Water Bamboo by Use of Night-time Lighting and Shoots Cut-off

Jin-Hsing Huang^{1*}, Jiunn-Feng Su², and Po-Sung Chen³

Abstract

Huang, J. H., Su, J. F., and Chen P. S. 2018. Regulating the harvest period of water bamboo by use of night-time lighting and shoots cut-off. *J. Taiwan Agric. Res.* 67(3):309–317.

‘Green Shell Early’ water bamboo is conventionally cultivated from January to October annually in Taiwan. The edible galls could be harvested in April–June and July–October, designed as the first and the second harvest periods, respectively. Earlier planting could result in a physical disorder named as “stunting disease.” Based on the experiment conducted inside growth chambers, short daylength favors gall formation in regardless of shoot age, and the sensitivity to short daylength of gall formation was stronger in younger plants. It indicated that “stunting disease” may resulted from the early formation of gall in plants when they are too young under short daylength. Thus the stunting disease could avoided by night lighting at young plant age when planted early. By this way young plants were planted 30 d earlier than normal and supplied with 60 d night lighting (12 h d⁻¹). Normal edible galls could be harvested about 20 d earlier than the conventional cultivation. Cutting off all the shoots after the second harvest may result in synchronically shoot regeneration. Therefore, a third harvest period could be created in winter by the combination treatment of shoot cut off and night lighting after the second harvest. The harvest time could be advanced or delayed by decreasing or increasing the duration of night lighting. Thus, the harvest period could be scheduled more accurately. A year-round production system could be achieved by applying the three-harvest-period cultivation technique in different subsections in the field conditions.

Key words: Water bamboo, Harvest period regulation, Year round harvest.

Received: July 19, 2016; Accepted: December 8, 2017.

* Corresponding author, e-mail: jhhuang@tari.gov.tw

¹ Associate Research Fellow, Plant Pathology Division, Taiwan Agricultural Research Institute, Taichung, Taiwan, ROC.

² Assistant Research Fellow, Plant Pathology Division, Taiwan Agricultural Research Institute, Taichung, Taiwan, ROC.

³ Research Assistant, Plant Pathology Division, Taiwan Agricultural Research Institute, Taichung, Taiwan, ROC.