利用產期調控與田間排水以管理茭白基腐病

黃晉興[1,3]、林益昇[2]、安寶貞[1]

[1] 行政院農業委員會農業試驗所植物病理組

[2] 亞洲大學生物科技系

[3] 聯絡作者，電子郵件信箱：JHHuang@tari.gov.tw

摘　　要

自 1999 年起，台灣南投縣栽培之茭白每年夏季均會發生由 *Pythiogeton zizaniae* 或 *Enterobacter cloacae* 所引起之基腐病（basal stalk rot 或 basal stem rot）。田間病害調查顯示，本病害主要發生於“早生青殼”品種之茭白，尤其在 7 月時最為嚴重，發病度可達 43.8%。該品種茭白栽培期為 12 月開始育苗種植至翌年 10 月，有兩次採筍期為 4-6 月及 7-10 月上旬，分別稱為第一與第二期筍，而基腐病主要減少第二期筍的產量。本研究指出不採收第一期筍或在第一期筍採收時全期排水，可降低基腐病的發生；若在採收第一期筍中末期（5-6 月）排水 30-40 天，雖對第一期筍的產量有輕微影響，但能降低基腐病的危害而減少第二筍期產量的損失。為確保第一期筍的產量，本研究亦提出茭白筍產期調節的方法，即提早 1 個月（於 11 月上旬）育苗種植，並在分蘗生長期間實施夜間照光以避免矮化症，則能使第一期筍提早於 4 月採收完畢，爾後排水則不影響第一筍期的產量。此外，若於排水期（5-6 月）將地上部枝葉全部割除，使分蘗苗重新長出，則發病度可低至 0.4%，顯著較僅排水處理組 9.1% 與慣行浸水對照組 13.2% 低。

關鍵詞：茭白、基腐病、亞腐霉菌、排水、矮化症

緒　　言

茭白（*Zizania latifolia* (Griseb.) Turcz. ex Stapf., syn. *Zizania caduciflora*

Turcz.)，英文名為 water bamboo、water oat、Manchurian wild rice 與 Coba，是一種多年生宿根性草本水生植物（Terrell & Batra 1982，Thrower & Chan 1980），外觀似直立莖之構造為葉互生環抱而成之假莖，其莖部位於假莖下方，莖節及基部縮短莖可陸續長出側芽與分蘗苗而形成叢狀。茭白因受黑穗菌（*Ustilago esculenta* P. Henn.）寄生於莖部而使莖部細胞增殖膨大（Yang & Leu 1978，Chan & Thrower 1980，Thrower & Chan 1980），形似筍狀且具有食用價值，故稱茭白筍，英文名為 water shoot、Gausun 或 Kah Peh Sung（楊 1976，劉與郭 1976，鍾 1989）。

根據農糧署統計，民國 98 年台灣茭白筍栽種面積達 2,057 公頃，總收獲量為 46,169 公噸，總產值約新台幣 20.2 億元，以南投縣為主要產地，所種植茭白的面積及產量分別占全台灣 88.6% 與 94.6%。台灣目前主要茭白筍品種有 3 種，分別為 “早生青殼”（Green Shell Early variety）、“紅殼” （Red Shell variety）與 “白殼” （White Shell variety）（林 2005），栽培數量以前者最多，次者少量，後者目前甚少栽培。“早生青殼”品種乃自以前的“青殼”品種（Green Shell variety）選育出園藝性狀較佳之品系，一年收獲兩季，適合於南投縣的環境栽培（林與洪 2000）。當地茭白筍栽培方式是採用一年生栽培，每年均須翻犛水田重新整地與育苗，栽培期為每年 12 月至翌年 10 月。於 12 月上旬取上季茭白植株基部之莖，於潮濕畦上育苗約 1 個月，次年 1 月再將茭白苗移植於水田，爾後全程浸水栽培。植株經多次分蘗而生長成叢狀，筍體大多於水中發育，並需要流動的灌溉水以維持產量與品質，於孕筍時期之水深 45-60 cm，4-6 月及 7-10 月上旬各有一次主要採收期（林 2005），分別稱為第一及第二期筍。另一品種“赤殼”一年僅收獲一季，栽培期為 4 月至 11 月，於 5-6 月須割除老枝以促進分蘗與生長，每年僅於 9～11 月採收一期（林 2005）。

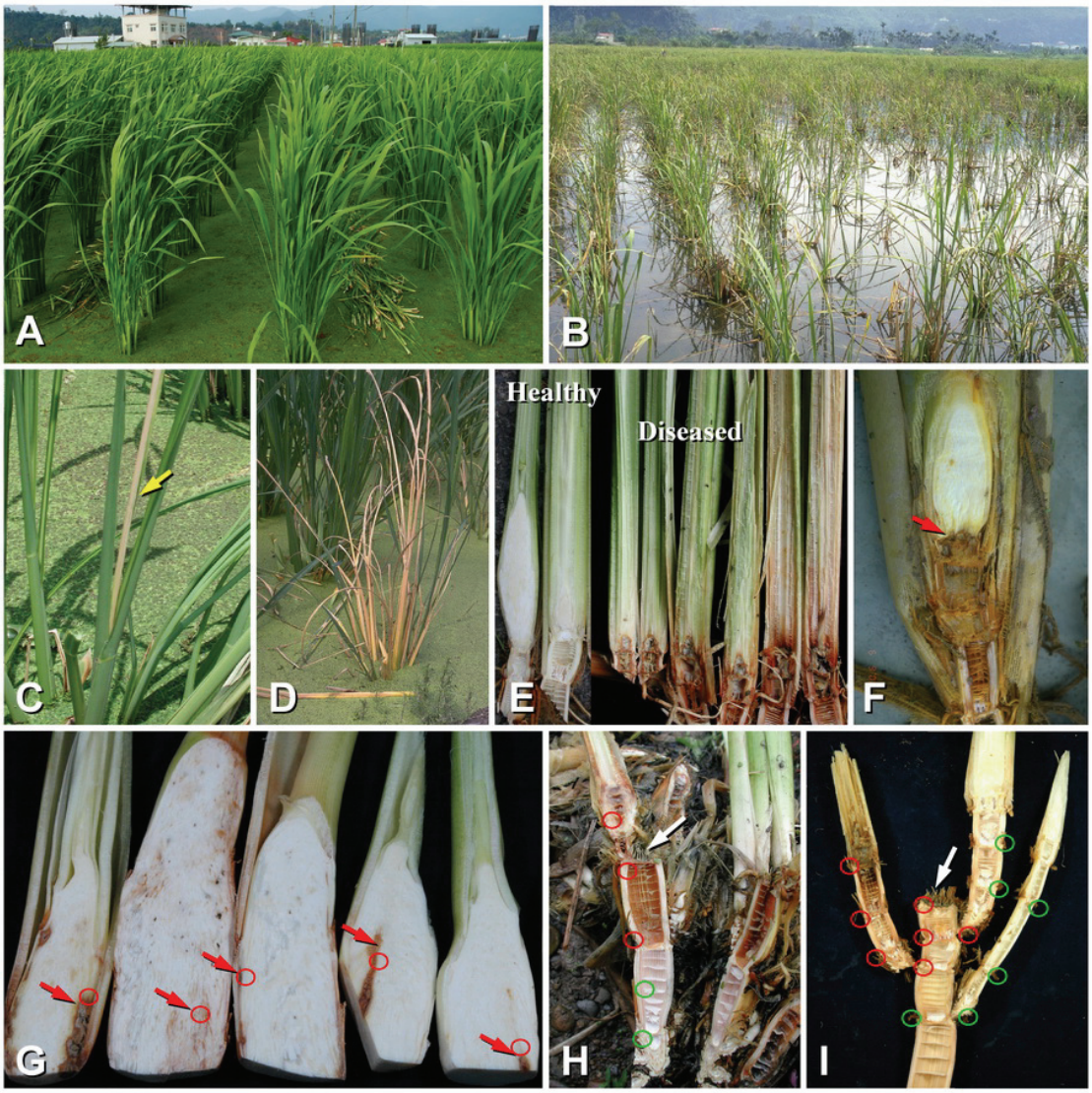
1999 年 6 月，南投縣埔里鎮及鄰近之魚池鄉的茭白筍首次發生一種以往未見的新病害，受害面積達數百公頃以上，使當年第二期筍嚴重減產，爾後每年夏季此病害持續發生並發病面積逐年增加，曾高達 1,000 公頃。無論幼苗或成株，罹病株之莖基部都會呈現褐化腐敗的現象。洪氏（洪 2002）與郭氏（郭 2004）報告細菌 *Enterobacter cloacae* 為其病原菌，並訂

名為「細菌性基腐病」(basal stem rot)；然而同一時期，安等人（Ann et al. 2006）認為本病害之病原菌為 *Pythiogeton zizaniae* Ann & Huang，並訂名為「基腐病」(basal stalk rot)。由於本病害大面積且嚴重的發生，使整個南投縣茭白筍產業受到嚴重的打擊；本文主要敘述茭白基腐病的發生，及利用排水配合產期調控以進行基腐病的病害管理，除了文中另有敘述之外，均以種植最多的"早生青殼"品種為供試作物。

病害調查

在埔里鎮栽培茭白至夏季時，常可見植叢茂密（圖一 A)，若發生嚴重的基腐病則會出現枝葉黃化、植叢稀疏（圖一 B)，罹病株的外觀病徵初期為新葉呈淡綠色，爾後枯黃，外葉仍保持翠綠（圖一 C)。剖開罹病植株莖基部，內部組織褐化腐爛（圖一 E、F)，出現上述病徵之病害稱之為「基腐病」，而農友稱之為"死心"、"爛頭"或"敗叢"。褐化腐敗的情形常由母莖蔓延至側芽或分蘗，使幼芽無法生長而使植叢減小，嚴重時整叢植株死亡（圖一 D)，常造成減產，甚至廢耕；若結筍株受感染，則所採收之筍體有褐化壞疽的條斑現象（圖一 G)，且風味盡失，不具商品價值。

2001-2007 年於台灣茭白筍主要產區—南投縣、台北縣與宜蘭縣調查茭白基腐病之發生情況。在南投縣埔里鎮及魚池鄉於調查期間，每年夏季均發生此病害，埔里鎮當時茭白栽培約 1,400 公頃，產區較集中，其中約 900 公頃出現基腐病，以眉溪與南烘溪交會區域為多，溪流上游處的田地則較少或無病害發生；魚池鄉茭白田約 150 公頃，但產區相當分散，病害多發生於產區較聚集的共和村，約有 50 公頃發生基腐病；台北縣三芝鄉與宜蘭縣礁溪鄉僅栽培"赤殼"品種茭白合計約 100 公頃，經調查均未發現有基腐病的發生。



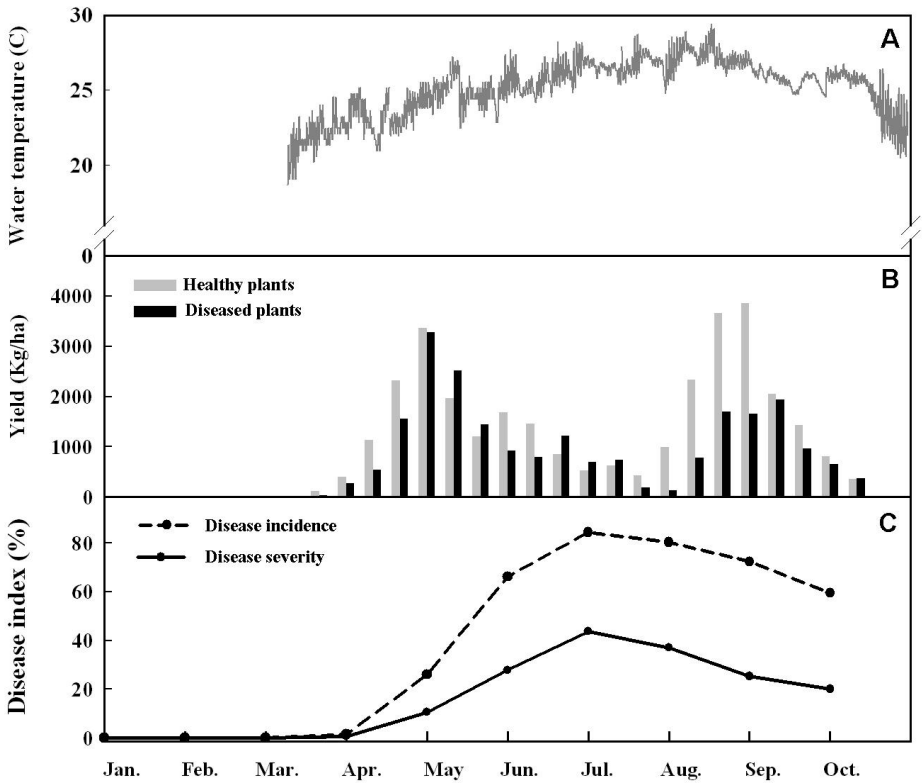
圖一、茭白基腐病之病徵。健康茭白植株（A），發生嚴重基腐病之茭白植株（B）；基腐病造成茭白新葉枯黃（黃色箭頭）（C），嚴重者全株枯死（D）。健康與病株莖基部縱剖圖（E）；茭白基腐病亦可蔓延至膨大可食用之筍體（紅色箭頭）（F、G）；病原菌易自採收之傷口侵入（白色箭頭）（H、I）。（紅色圓圈代表可分離得 *Pythiogeton zizaniae*，而綠色圓圈則否）

Fig. 1. The symptoms of basal stalk rot of water bamboo. The healthy (A) and disease plants (B) in the fields. New leaves yellowing due to stem rot (yellow arrow) (C), plant death (D), browning and rot of internal tissues (E). Rot of water bamboo galls (red arrows) (F, G). The pathogen infecting through harvest wounds (white arrows) (H, I). (Red cycles present the tissues positively detected with *P. zizaniae*, but green cycles not)

2001 年於埔里鎮選取發生或無發生基腐病之茭白栽培田各一塊，為同一農戶種植，相距約 500 公尺且灌溉水無相流通，茭白筍基腐病田間病害調查顯示（圖 二），3 月下旬開始少量採筍而此時水溫約為 20-23℃，病害於 4 月下旬開始輕微發生，水溫為 22-25℃。5 月為第一筍期的盛產期，病害也逐漸嚴重，7 月為病害的高峰，發病率 84.5% 而發病度為 43.8%，此時水溫為 25-29℃，爾後病害漸降低，於 10 月時的發病率及發病度分別為 59.5% 及 20.1 %。罹病田第一與第二期筍產量分別為11.2 及 11.8 公頓/公頃，而無罹病田則分別為 12.7 及 19.4 公頓/公頃。2004 年的病害調查結果顯示：“早生青殼”品種發生基腐病以 7-8 月最嚴重，發病率及發病度最高分別可達 87.5% 及 32.2%，而 “赤殼”品種茭白基腐病病勢較輕，發病率及發病度最高分別為 20.2% 及 7.8%。

進一步檢測罹病株的病原菌感染率，將取樣檢測的茭白植株罹病程度區分為：(1)健株—植株新葉無失水或黃化徵狀且莖基內部無褐化腐敗；(2)初期病徵—植株新葉輕微褪色而莖基內部輕微褐化；(3) 中期病徵—植株新葉失水輕微黃化而莖基內部褐化；(4) 末期病徵—新葉甚至老葉枯黃而莖基內部褐化腐敗。並於觀察田間罹病初、中期的茭白植株在 14-21 天後會進一步出現末期病徵。於 2003-2005 年 6-7 月選取茭白無基腐病、初期、中期及末期病徵各 50 株，以添加鏈黴素、免賴得與撲克拉分別 800、1 與 1ppm 的改良式馬鈴薯葡萄糖瓊脂進行亞腐霉菌 *P. zizaniae* 分離，並利用核酸專一性引子對（Fc12-1/Rc12-2）經由聚合酶連鎖反應（Polymerase Chain Reaction，PCR）進行細菌 *E. cloacae* 之檢測（郭 2004），結果該 2 種病原菌在健株的檢出率分別為 0 及 24%、在初期病徵植株分別為 100% 及 16%、在中期病徵植株分別為 82% 及 58%、在末期病徵植株分別為 86% 及 90%（表一）。

由病原菌的檢測發現 *P. zizaniae* 在茭白基腐病佔重要的角色，且人為接種 *P. zizaniae* 與 *E. cloacae*，發現前者較能接種於茭白成株或幼苗產生與田間相同的莖基部腐敗的病徵（黃等 2001）；而後者可造成幼苗病害，但成株則不易產生與田間相同的莖基部腐敗的病徵（洪 2002，郭 2004）。本研究爾後試驗是針對由 *P. zizaniae* 引起之病害而進行。



圖二、 2001 年埔里茭白基腐病田之水溫測量（A）、病田與健田茭白筍產量（B）及病田基腐病（C）之調查。水溫偵測處為水面下 45 公分；發病率（disease incidence）：出現基腐病病徵植叢數佔所有調查植業之百分比率；發病度（disease severity，P）：將病害等級以調查植叢出現病徵的枝數佔該叢的比例多寡區分為 0-10 級，0 級為健全無基腐病病徵，1 級為發病分枝佔全株之 10%以下，2 級為發病分枝佔全株之 10-20%，以此類推至 9 級為發病分枝佔全株之 80-90%，而 10 級為發病分枝佔全株之 90%以上，並以下列公式計算 P (%) = ($\Sigma n_i \times i$)/(N×10) ×100%；i= 各病害等級，n_i= 各病害等級之植株數，N=所有植株。

Fig 2. The fluctuation of water temperatures (A) yields (B), and disease index of water bamboo in disease field (C) at Puli, 2001. Water temperature was detected at the position 45 cm under water surface. Disease incidence was recorded by the percentage of disease plants. Disease severity was recorded on a scale of 0-10 rely on the ratio of diseased shoots of the whole plants. 0= no diseased shoot, 1= the ratio of disease shoots 1-10%, 2= the ratio of disease shoots 11-20%..., and 10= the ratio of disease shoots 91-100%. The ratings are converted to disease severity (P) by the following formula: P (%) = ($\Sigma n_i \times i$)/(N×10) ×100%. Where n_i is the number of plants in each symptom category of i and N is the total number of plants rated.

表一、茭白基腐病病原菌 *Pythiogeton zizaniae* 與 *Enterobacter cloacae* 於病害初期、中期或末期罹病株莖基部之檢出率

Table 1. Detection of *Pythiogeton zizaniae* and *Enterobacter cloacae* from basal stalk tissues of water bamboo plants with different disease degrees of basal stalk rot.

	Percentage of detection (%) [Z]			
	Disease stages			
Microorganism	Healthy [Y]	Early	Middle	Late
P. zizaniae	0	100	82	86
E. cloacae	24	16	58	90

[Z] For *P. zizaniae*, isolation rate on agar medium; for *E. cloacae*, detection rate by PCR with the specific DNA primer (Fc12-1/Rc12-2).

[Y] Disease stages, Healthy: no symptoms; Early: mild wilt symptom on new leaves and light browning in basal stalk tissues; Middle: wilt symptom on new leaves and browning in basal stalk; Severe: yellowing symptom on leaves and dark browning in basal stalk.

灌溉水與採筍傷口對茭白基腐病之影響

取回埔里田間的茭白苗，無論茭白種苗來自上季發生過或以前未曾發生茭白基腐病之田區，於種莖內部及分蘗苗莖基部組織均未能分離基腐病菌*P. zizaniae*，將種苗種植於盛有新植地土壤與地下水的塑膠桶內，則皆不會發病；田間試驗發現，若種植於埔里鎮曾發生茭白基腐病的連作田或不曾發生基腐病的新植地，只要灌溉水相通，皆會發生嚴重的基腐病，發病率 79.4-94.5%，發病度 21.3-27.3%。

此外在埔里田間選取側芽有或無基腐病徵的茭白莖段各 100 個，該些茭白莖段帶有採筍的傷口及 3-4 個莖節（圖一H、I），進行基腐病菌*P. zizaniae*分離，在側芽有基腐病徵之茭白莖段，基腐病菌 *P. zizaniae*之分離率為 96%，從傷口處、第 1、2 及 3 節之分離率分別為 72、78、50 及 35%；而側芽無基腐病徵之茭白莖段，基腐病菌*P. zizaniae*之分離率為10%，從傷口處、第 1、2 及 3 節之分離率分別為 8、4、0及 0%（表二）。此外，所選取 2,000 個根帶的茭白莖部組織，其中 25 個出現褐化壞疽的現象，

但分離到基腐病菌 *P. zizaniae* 僅有 3 個，而其餘 1,775 個無褐化壞疽者皆無法分離得。

上述結果顯示灌溉水為病原菌主要傳播途徑，而採筍的傷口為病原菌主要感染處，病原菌侵入後可蔓延至側芽。

表二、茭白莖部採收傷口及莖節之基腐病菌 *Pythiogeton zizaniae* 分離率。
Table 2. Isolation of *Pythiogeton zizaniae* from different portions of stem tissues of water bamboo.

	Isolation rate (%) of different distance portions from the wound part [Y]			
Stem [Z]	Wound parts	1st node	2nd node	3rd node
Symptomless	8	4	0	0
Diseased	72	78	50	35

[Z] The tillers of stems showed symptomless or leaf yellowing symptom.
[Y] 1, 2, and 3: the number of nodes on stem serially counting from the wound parts.

利用田間排水與產期調控以管理茭白基腐病

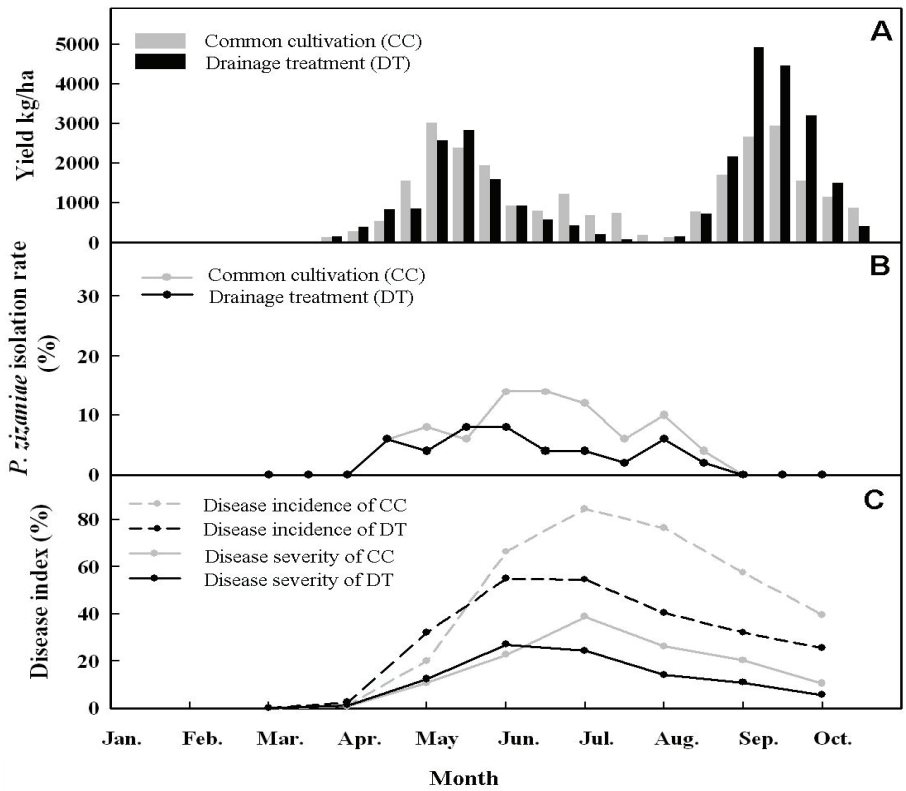
於埔里鎮茭白基腐病疫區設立試驗田 6 塊，測試不採筍或採筍排水對基腐病的影響。結果在第一期筍採收時全期排水（75 天）或完全不採收第一期筍，可延緩並降低基腐病的發生，於 6 月割除腐敗的筍體與枝葉並恢復灌溉水後，對照組、第一期筍採收期排水之處理組與第一期筍不採收的處理組，於 7 月病害高峰期之發病率分別為 84.5%、26.0% 與 18.0%，發病度分別為 29.2%、6.0%與 3.9%，後 2 個處理組均與對照組有顯著差異。

進一步設立 2 塊試驗田，將排水期間縮短為 40 天，僅於第一筍期中末期（5-6 月）基腐病開始發生時排水，以慣行栽培不排水為對照組，記錄排水對茭白基腐病之影響。由圖三結果顯示，排水處理組在 7 月的發病率及發病度分別為 54.5% 及 24.3%，而對照組之發病率及發病度分別為

84.5% 及 38.8%。排水處理組與對照組在 4 月下旬均可在母莖採筍傷口附近的組織分離得基腐病菌 *P. zizaniae*，分離率皆為 6%，而該病原菌於對照組在 6 月下旬分離率最高為 14%，然而排水處理組僅為 4%，2 個試驗組在 9 月後就無法分離得該菌。排水處理組之第一期筍之產量為 11.1 公噸/公頃，較對照組 12.8 公噸/公頃低，但第二期筍之產量為 17.8 公噸/公頃，較對照組 13.4 公噸/公頃高。

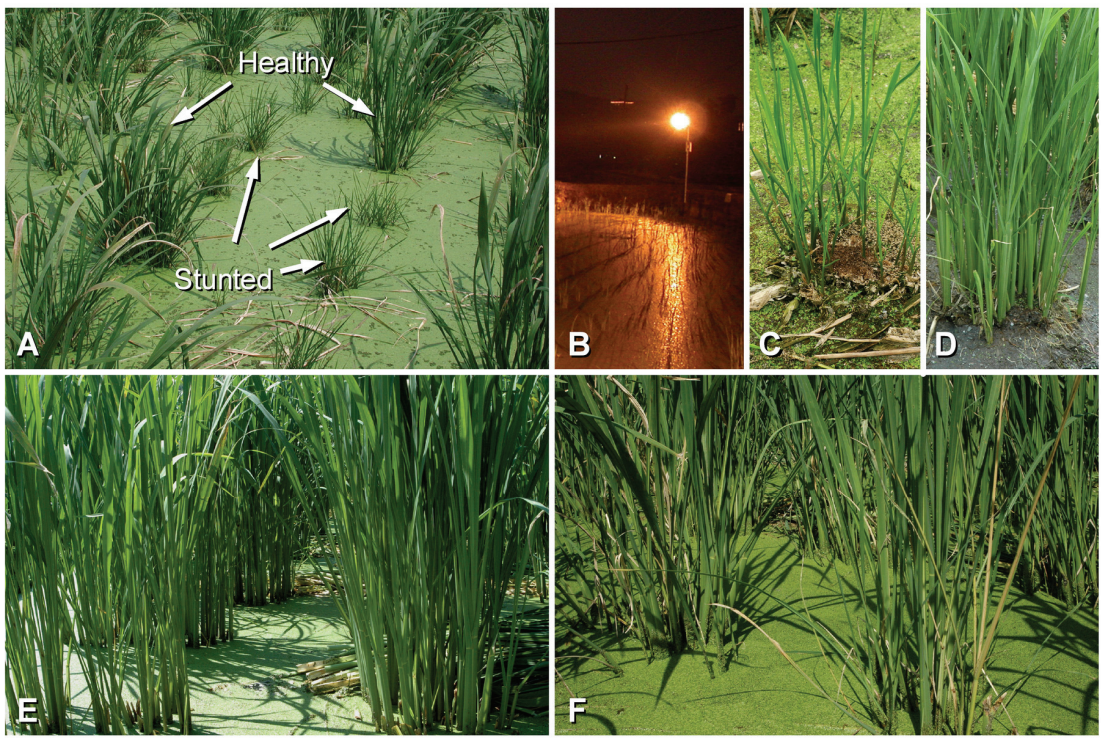
由於第一筍期全期排水再採筍對茭白筍的產量與品質影響甚巨，雖然縮短於第一筍期中末期（5-6 月）基腐病開始發生時排水，仍會使第一期筍產量降低，故提早於 11 月育苗，期能提早採筍以避免排水對第一期筍產量的影響。然而提早種植會發生一種暫稱為「矮化症」的新病害，植株出現矮化無法正常生長（圖四 A）（廖等 2002），雖然目前病因尚未明瞭，但分蘗生長期間實施夜間照光（圖四 B）則可避免此「矮化症」的發生。

由圖五顯示 2005-2006 年田間試驗，處理組提早 1 個月於 11 月開始育苗種植，每公頃裝設 15-20 盞 400 瓦鹵素燈，自育苗時至分蘗生長期（2 月上旬）夜間照光 100 天，每晚照光 6-10 小時，此種管理方式可使第一期筍於 3 月下旬至 4 月採收，較慣行栽培之第一筍期（4-6 月）提早約 1 個月採收完畢，產量並未減少。提早採收後隨即排水，以減少基腐病的發生並維持茭白筍的產量，排水處理田的發病率及發病度最高分別為 45.0% 及 8.5%，較對照田的發病率 68.5% 及發病度 20.0% 低；排水處理組之第一與第二期筍之產量分別為 12.2 與 22.4 公噸/公頃，而對照組則分別為 9.5 與 20.9 公噸/公頃高。



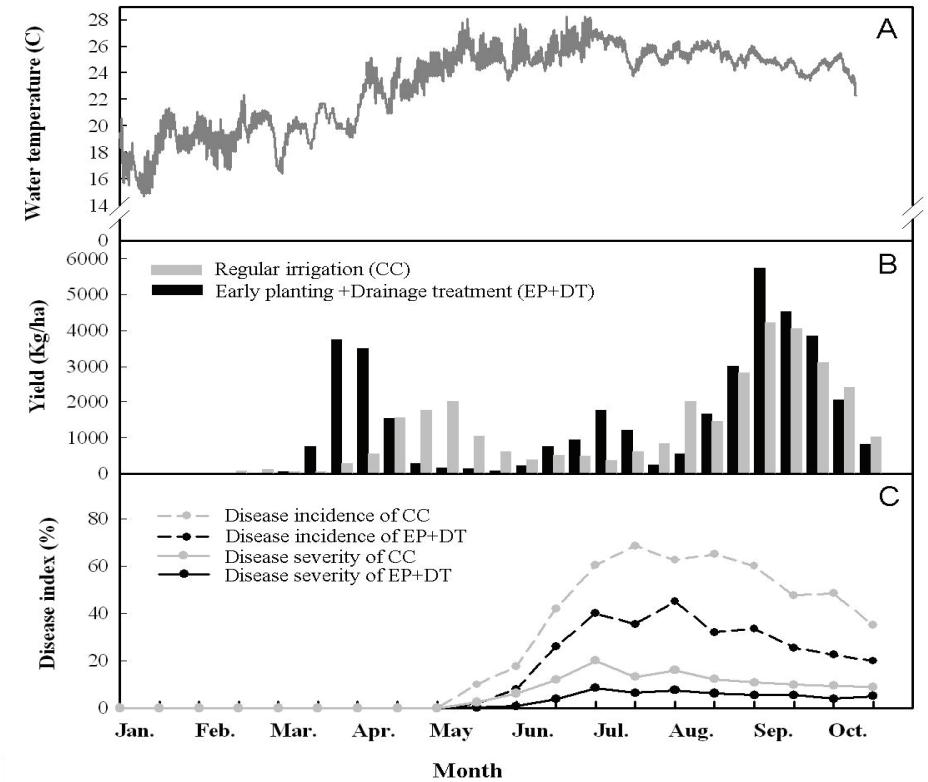
圖三、排水對茭白筍產量（A）、茭白採收傷口病原菌 *Pythiogeton zizaniae* 分離率（B）、與茭白基腐病（C）及之影響。慣行農法為全期不排水栽培（CC）；而排水處理組（DT）於 2003 年 5 月 15 日至 6 月 15 日（第一期筍末期）為排水期，爾後則恢復正常浸水栽培之水位。發病率（disease incidence）：出現基腐病病徵植叢數佔所有調查植業之百分比率；發病度（disease severity，P）：將病害等級以調查植叢出現病徵的枝數佔該叢的比例多寡區分為 0-10 級，0 級為健全無基腐病病徵，1 級為發病分枝佔全株之 10%以下，2 級為發病分枝佔全株之 10-20%，以此類推至 10 級為發病分枝佔全株之 90-100%以上，並以下列公式計算 P (%) = ($\Sigma n_i \times i$)/(N×10) ×100%；i= 各病害等級，n_i= 各病害等級之植株數，N=所有植株。

Fig. 3. Effect of drainage on water shoot yield (A), pathogen isolation rate (B), and basal stalk rot disease (C) of water bamboo in 2003. Common cultivation (CC): non-drainage in the whole cultivation season; Drainage treatment (DT): draining from May 15 to June 15. Disease incidence was recorded by the percentage of disease plants. Disease severity was recorded on a scale of 0-10 rely on the ratio of diseased shoots of the whole plants. 0= no diseased shoot, 1= the ratio of disease shoots 1-10%, 2= the ratio of disease shoots 11-20%..., and 10= the ratio of disease shoots 91-100%. The ratings are converted to disease severity (P) by the following formula: P (%) = ($\Sigma n_i \times i$)/(N×10) ×100%. Where n_i is the number of plants in each symptom category of i and N is the total number of plants rated.



圖四、田間排水與產期調控以管理茭白基腐病。茭白提早種植易發生矮化症（A）；分蘗生長期配合夜間照光（B）；採收後排水並去除枝葉使分蘗同期長出（C、D），可減少基腐病的發生（E）。慣行浸水栽培常發生基腐病（F）。

Fig. 4. Drainage and harvest season regulation for management of basal stalk rot of water bamboo. The stunted plants of water bamboo due to earlier planting in November (A), night lighting treatment (B). Drainage after harvest and shoots cut off (C, D) effectively decrease the basal stalk rot disease of water bamboo (E) comparing to the common cultivation process which were irrigated in all season (F).



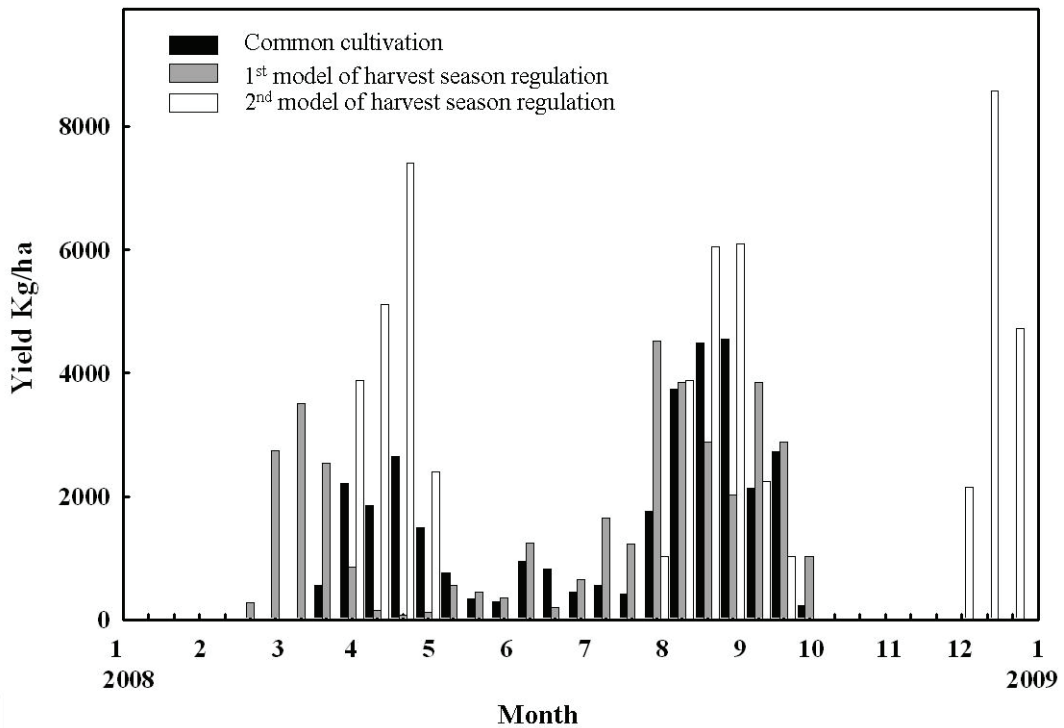
圖五、提早種植並排水對茭白筍產量(B)及基腐病(C)之影響。圖 A 為 2005 年埔里茭白慣行栽培田之水溫測量。提早種植並排水處理組(EP+DT)及慣行不排水栽培組(CC)開始育苗栽培日期分別 200 年 11 月 1 日 12 月 1 日，處理組(P+DT)進行夜間光照，光照期間為種植日起至 2005 年 2 月 10 日止共 100 日，4 月 20 日至 5 月 31 日為排水期 40 天，慣行栽培則無光照亦無排水。發病率(isease incidence)出現基腐病病徵植叢數佔所有調查植業之百分比率；發病度(isease severity，P)將病害等級以調查植叢出現病徵的枝數佔該叢的比例多寡區分為 0-10 級，0 級為健全無基腐病病徵，1 級為發病分枝佔全株之 10%以下，2 級為發病分枝佔全株之 10-20%，以此類推至 10 級為發病分枝佔全株之 90-100%以上，並以下列公式計算 P (%) = ($\Sigma n_i \times i$)/(N×10) ×100%；i= 各病害等級，n_i= 各病害等級之植株數，N=所有植株。

Fig. 5. Effect of earlier planting plus drainage after first harvest season on basal stalk rot (C) and yield (B) of water bamboo in 2005. The water temperatures of a common cultivation field were measured (A). Common cultivation (CC): seedlings were planted in Dec. 1, 2005, without night lighting and drainage. Earlier planting +drainage treatment (EP+DT): seedlings were planted in Nov. 1, 2004 with night lighting for 100 days, and drained from Apr. 20 to May 31. Disease incidence was recorded by the percentage of disease plants. Disease severity was recorded on a scale of 0-10 rely on the ratio of diseased shoots of the whole plants. 0= no diseased shoot, 1= the ratio of disease shoots 1-10%, 2= the ratio of disease shoots 11-20%..., and 10= the ratio of disease shoots 91-100%. The ratings are converted to disease severity (P) by the following formula: P (%) = ($\Sigma n_i \times i$)/(N×10) ×100%. Where n_i is the number of plants in each symptom category of i and N is the total number of plants rated.

採收後排水並割除所有枝葉以管理茭白基腐病

由前述提早種植茭白加上夜間照光可提早採收第一期筍，隨後實施排水的期間，割除地上部所有枝葉讓分蘗重新長出（圖四C、D），可大幅減少茭白基腐病（圖四E、F）。由表三所示，利用提早種植並夜間照光之處理於 4 月採筍完畢，試驗田於 5 月進行 3 種處理，分別為：5 月 1 日至 6 月 1 日排水（處理組A）、同處理 A 排水並割除地上部所有枝葉使分蘗重新長出（處理組B）與全期不排水且不割除所有枝葉之對照處理（CK）。在 7 月病害嚴重時，發病率及發病度在處理組 A 分別為 10.3% 及 0.4%，在處理組 B 分別為 47.3% 及 9.1% ，而在對照組分別為 65.0% 及 13.2%，無論發病率或發病度，3 個試驗組之間均差異顯著。第一期筍的產量在 3 個試驗組間無差異，而第二筍期的產量在處理組 A 為 22.2 公噸/公頃，與處理組 B 之 22.4 公噸/公頃無顯著差異，但 2 個處理組皆與對照組之 20.5 公噸/公頃有顯著差異。

在茭白筍採收後排水並割除地上部枝葉，則可同步長出大量的分蘗苗，可使茭白筍產期集中，此特性造成採收期可由以往採收 1 個筍期自 2.5 個月縮短為 1-1.5 個月，1 年便可獲得 3 個筍期。由 2008-2009 年的田間試驗結果顯示（圖六），慣行栽培期為 12 月至翌年 10 月，而第一與第二筍期之產量分別為 11.6 及 21. 1 公噸/公頃，提早 1 個月種植且於分蘗生長期需輔以夜間照光，則可使第一筍期自原本 4-6 月提早至 3-4 月，於 5 月排水 30 天，第一與第二筍期之產量分別為 12.1 及 23.5 公噸/公頃。而一年 3 個筍期的栽培法，每個筍期前皆排水並割除地上部枝葉（從 2007 年第 3 期筍結束，於 2008 年 1 月進行處理），2008 年 3 個筍期的產量分別為 17.8、20.3 及 16.1 公噸/公頃。



圖六、種茭白筍栽培生產方法之產期與產量比較。慣行栽培法（Common cultivation）為全期不排水栽培；第 1 種產期調控（1st model of harvest season regulation）為提早 1 個月育苗種植並於苗期輔以夜間光照 100 天；第 2 種產期調控（2nd model of harvest season regulation）為每一筍期結束後排水並割除地上部枝葉使分蘗同期長出。

Fig. 6. Comparison of 3 cultivation models for production of water bamboo. Common cultivation: cultivation periods was from Dec. to Oct. of the next year with irrigation for the whole periods; 1st model for regulation of harvest season: planting 1 month earlier with night lighting for 100 days; 2nd model for regulation of harvest season: after harvest of bamboo shoot in each season, fields were drained and the all plants above ground were cut off to assist tillers growth simultaneously.

表三、期筍採收後排水與排水並割除枝葉對茭白基腐病之影響.

Table 3. Effect of the method treated with drainage and cut off the shoots after the first harvest season on the basal stalk rot of water bamboo.

Treatment[Z]	Disease incidence % (Dis. severity %)[Y]				Yield (t/ha)	
	May		July		1st season	2nd season
CK	10.3 a[X]	(1.5 a)	65.0 a	(13.2 a)	11.7 a	20.5 b
A	7.7 a	(0.9 a)	47.3 b	(9.1 b)	10.5 a	22.4 a
B	8.7 a	(1.1 a)	10.3 c	(0.4 c)	11.2 a	22.2 a

[Z] ll seedlings were planting in November 1st. CK: No drainage; A: drainage from May 1 to June 1, but without shoot cut off; B: drainage plus cut off all the shoots.

Y isease incidence was recorded by the percentage of disease plants. Disease severity was recorded on a scale of 0-10 rely on the ratio of diseased shoots of the whole plants. 0= no diseased shoot, 1= the ratio of disease shoots 1-10%, 2= the ratio of disease shoots 11-20%..., and 10= the ratio of disease shoots 91-100%. The ratings are converted to disease severity (P) by the following formula: $P(\%) = (\Sigma ni \times i)/(N \times 10) \times 100\%$. Where ni is the number of plants in each symptom category of i and N is the total number of plants rated.

X eans followed by the same letters within each column are not significantly different at p=0.05 according to the LSD Test.

討　論

因茭白基腐病病原菌 *P. zizaniae* 主要藉由灌溉水傳播，並易自採筍傷口侵入，而南投縣埔里鎮茭白筍田的灌溉水常與相鄰的田區相互流通，一發生病害則蔓延甚速，短短數年即有大量茭白筍栽培田出現此病害，估計最多約達 1,000 公頃。此病害於第一筍期中末期開始發生，但對該筍期影響較小，7 月為病害最嚴重時期造成分蘗數減少，而嚴重影響第二筍期的產量。第一筍期中末期排水 30-40 天可降低基腐病於 7 月的發病，但排水期間使第一期筍的產量有損失，提早種植可提早採收，則可避免排水期影響產量與品質，然而提早種植會發生一種植株出現矮化無法正常生長的問題，稱之為「矮化症」(廖等 2002)，但分蘗生長期間實施夜間照光則可避免此問題。

因茭白第一期筍採收的傷口就有部分被基腐病菌 *P. zizaniae* 感染(圖一H、圖一I、圖三、表二),即使爾後排水減少感染的機會,但原先感染莖部的病原菌會蔓延至側芽或分蘗苗,基腐病仍會於第二期筍出現,若於第一期筍採收後排水(提早或不提早採收),並將地上部枝葉(包括感染或未感染基腐病)全部割除,讓分蘗苗重新長出 1-1.5 個月後再恢復灌溉水位,由於莖基部無採收傷口,即使浸水也不會出現病原菌感染而造成病害,可大幅減少基腐病的發生(表三)。然而此方式為不同的栽培管理,產量並無增加,不過茭白筍採收期可縮短為 1-1.5 個月。

由茭白基腐病的防治過程中,衍生出 2 種茭白筍產期調控的方式:第一種產期調控利用提前種植加上冬季夜間照光可使第一筍期提早採收;而第二種為割除枝葉使分蘗苗集中於同一時期生長。因為後者可將茭白筍產期調控為 1 年 3 個筍期(圖六),打破以往的觀念,認為早生青殼種一年僅有 2 個筍期,而茭白筍的品種常以一年單季或雙季產筍來分辨,這些觀念均因新的栽培法而須改變。觀察記錄 "早生青殼"品種茭白慣行栽培,顯示無論第一或第二期筍,茭白筍孕筍的最適水溫為 20-25℃(圖二),與學者的報告相同(林與洪 2000,林 2005),然而經由提早種植與分蘗期夜間照光,經停止光照後約 45 天,則於水溫約 17-20℃的 3-4 月即可孕筍採收(圖五),顯示影響茭白孕筍的條件應不僅水溫。此現象目前僅知在早生青殼品種會發生,至於茭白筍的結筍條件,則待進一步研究茭白植株、茭白黑穗菌及氣侯因子三者之間的相互關係。

總之,埔里鎮的茭白基腐病主要以排水管理來減少病害發生,目前大面積實施夜間照光主要目的為避免「矮化症」,夜間照光並未能防治基腐病,唯有排水(病害初期 5-6 月)才有防治病害的效果。

引用文獻

林天枝. 2005. 茭白筍. 臺灣農家要覽 農作篇(二). 財團法人豐年社出版. 臺灣 臺北. p271-276.

林天枝、洪滋堂. 2000. 茭白筍早生新品種—台中一號之育成. 台中區農改

場研究彙報 66:37-56.

洪明偉. 2002. 茭白細菌性基腐病菌之鑑定與偵測. 國立中興大學植物病理學研究所碩士論文. 71 頁.

郭建志. 2004. 茭白細菌性基腐病菌 *Enterobacter cloacae* 檢測技術之研發與應用. 國立中興大學植物病理學研究所碩士論文. 71 頁.

黃晉興、安寶貞、柯文雄. 2001. 茭白基腐病病害生態之初步探討. 植病會刊 10：202.

楊秀珠. 1976. 茭白筍之儲藏，組織解剖及其病原菌. 國立中興大學植物病理學研究所碩士論文. 72 pp.

廖君達、林金樹、陳慶忠. 2002. 臺灣茭白筍病蟲害種類及發生消長調查. 臺中區農業改良場研究彙報 75:59-72.

劉顯達、郭孟祥. 1976. 茭白黑穗病之研究 I 茭白黑穗病病組織之解剖及病菌發芽培養特性. 屏東農專學報 17:188-194.

鍾光仁. 1989. 茭白筍黑穗病菌營養需求、培養特性及 IAA 合成之研究. 國立中興大學植物病理學研究所碩士論文. 80 pp.

Ann, P. J., Huang, J. H., Wang, I. T., and W. H. Ko. 2006. *Pythiogeton zizaniae*, a new species causing basal stalk rot of water bamboo in Taiwan. Mycologia 98: 116-120.

Chan, Y. S., and Thrower, L. B. 1980. The host-parasite relationship between *Zizania caduciflora* Turcz. And *Ustilago esculenta* P. Henn. Ⅰ. Structure and development of the host and post-parasite combination. New Phytol. 85:201-207.

Terrell. E. E., and Batra, L. R. 1982. *Zizania latifolia* and *Ustilago esculenta*, a grass-fungus association. Economic Botany 36:274-285.

Thrower, L. B., and Chan, Y. S. 1980. Gau sun: a cultivated hpst-parasite combination from China. Economic Botany 34(1):20-26.

Yang, H. C., and Leu, L. S. 1978. Formation and histopathology of galls induced by *Ustilago esculenta* in *Zizania latifolia*. Phytopathology 68:1572-1576.

ABSTRACT

Utilizing harvest season regulation and field drainage for the management of basal stalk rot of water bamboo

Huang Jin-Hsing[1,3], Lin Yi-Hseng[2], Ann Pao-Jen[1],

[1] Plant Pathology Division, Agricultural Research Institute, COA. Wufeng, Taichung, Taiwan.

[2] Department of Biotechnology, Asia University, Taichung, Taiwan.

[3] Corresponding author, Email: JHHuang@tari.gov.tw

Basal stalk rot (or basal stem rot) caused by *Pythiogeton zizaniae* and/or *Enterobacter cloacae* was a serious disease of water bamboo (*Zizania latifolia* (Griseb.) Turcz. ex Stapf.), which occurred in summer and caused considerately economic loss each year in Nantou county since 1999. The results of field investigation showed that the major local cultivar 'Green Shell Early' of water bamboo was very susceptible with disease severity as high as 43.8% in July. The regular plantation periods of time, including two harvest seasons, were about ten months from December to October of the next year. The first harvest season (1st season) is form April to June and the second (2nd season) from July to October. The basal stalk rot disease was more advanced in the 2nd season. Results of studies showed that the disease in the 2nd season significantly decrease in the treatments without harvesting in the 1st season or with drainage for 30-40 days at the late period of the 1st season. In order to avoid the yield loss in the 1st season caused by drainage, the technique that early planting (in November.) plus night lighting treatment during the seedlings stage (from November through February) was developed for harvest season regulation. This treatment could promote the 1st harvest season (March to April) about 1 month earlier, which would make up the yield loss due to drainage in the 1st season. Furthermore, the method treated with drainage and cut-off all the above ground plants post the 1st season would assist new tillers growth and significantly reduce basal stalk rot disease. The disease severity of treatment using this method was only 0.4%, which was significantly lower than those of merely drainage treatment (9.1%) or non-drainage (13.2%).

Key words： water bamboo, *Ziania latifolia*, basal stalk rot, *Pythiogeton* spp., drainage, stunting syndrome