

水稻健康管理關鍵技術之研究

賴明信^{1,*} 朱盛祺² 鄭志文² 李長沛¹ 卓緯玄¹ 蔡正賢² 張素貞^{3,**}

¹ 行政院農業委員會農業試驗所作物組副研究員、助理研究員、助理研究員。台灣臺中市。

² 行政院農業委員會苗栗區農業改良場作物環境課助理研究員、約聘人員、助理研究員。台灣苗栗縣。

³ 行政院農業委員會苗栗區農業改良場秘書辦公室研究員。台灣苗栗縣。

* 通訊作者，電子郵件：mhlai@tari.gov.tw

**通訊作者，電子郵件：sujein@mdais.gov.tw

摘 要

作物健康管理的基本理念是以環境友善型生產管理概念，為生產安全良好農產品的方法。本研究以水稻為試驗材料，主要目的是要建立對水稻苗期至成熟階段之健康管理模式。首先，以拮抗微生物劑處理稻種或插秧前處理秧苗，次之減少播種量，播種時種子量由 300 g 降至 230~240 g。插秧時調整種植密度為 30 x 24 cm，比傳統的密度 30 x 15 cm 為疏，可以提高稻米品質之食味 5% 及降低蛋白質含量 1%。病蟲害發生方面，健康管理中秧苗經枯草桿菌處理者罹病率 (18.1%) 低於慣行法 3.4%，約減少 15.9% 發生程度；不同栽植密度瘤野螟發生率以 30*24 cm 發生率 6% 較 30*15cm 栽植密度者顯著的降低 4%，孕穗期發生白葉枯病密植者較病斑長度 (7.6 cm) 比寬植者 4.5 cm 嚴重。綜合而論，健康管理模式以培育健全秧苗、寬行寬植及適當肥量營造通風的環境，因此農藥施用少 1 次，相對淨收益可增加 4%，且此生產模式可減少環境污染，是一種環境友善型的生產管理。

關鍵詞：水稻、微生物製劑、栽植密度。

前 言

稻米是國人主要糧食，近來因氣候變遷造成國際糧食安全波動及國人永續安全環境建立的意識抬頭，所以如何健康管理稻米生產成為一個目前解決諸多問題及迎合國民生活之途徑。依陳 (2008) 百年來台灣氣候的變化報告，已明確指出過去 100 年台灣的氣溫大約上升 1.4°C，而且增溫的腳步又以最近的 30 年最快。氣溫提高趨勢對稻米生產量與質均會影響 (盧等，2009；盧及劉，2007；Kondo et al., 2005；Morita et al., 2004；Peng et al., 2004)，以負面影響較多；對於病蟲害的發生也只有日益嚴重的趨勢 (黃等，2010；黃及鄭，2009)；但在溫帶生產區因為溫度及二氧化碳的增加，稻穀產量反而增加 (Kim et al., 2013)。針對於此盧 (2004) 建議農民業者與試驗推廣者建立互動模式，共同立訂即時調整適當栽培操作。目前水稻農民栽培現況中，土壤酸化、秧苗密播、插秧密插、不惜成本施用肥料與盲目施灑農藥等，導致成本增加與農業環境惡化等問題的衍生。水稻育苗業者為確保育苗成功率及插秧業者符合農民插秧後補植率低等因素，往往提高播種密度及插秧密度，針對此問題近年相關試驗場所進行相關試驗研究結果，如一般品種播種

密度以每育苗箱播 200g~250g 較佳 (許等, 2011), 但就水稻臺南 11 號為例宜採每育苗箱 200 g 為佳, 不僅可節省稻種成本, 且有較佳之生產潛力 (劉等, 2009); 許等 (2011) 則認為若考量插秧品質、產量與米質等因素, 育苗箱播種量應以每育苗箱 240 g 較佳, 如此可改善育苗中心用量達 300 g 播種過密的情況, 且利於農民栽培出健康的米。有關插秧密插, 於南部地區插秧株數第 1 期作以 3~5 本植處理之稻穀產量為最高, 第 2 期作則以多本植之稻穀產量為最高 (劉等, 2009); 中部地區農民為避免補植與插秧後有較佳的田間景觀的看法, 插秧秧苗數常高達 15 株以上, 但並無獲得較高的產量, 相同的建議以傳統的每叢 3-5 株苗是適當的選擇 (許等, 2011; 賴等, 2012)。李 (2011) 指出不同栽植株距下, 單株穗數、分蘗數、地上部乾重、總穀粒重隨著株距較小呈顯著的減少。但期作間插秧株距需求是不儘相同, 楊 (1986) 指出第 1 期作生長型式指數隨株距小而降低, 第 2 期作未有此現象, 而稻穀產量在兩期作下, 均隨株距小而增加。

水稻病蟲害發生與肥料管理關係密切, Long 等(2000)指出稻熱病(rice blast)之感染率與氮肥之施用量有密切相關; 在許多小麥病害與氮肥施用量亦有顯著相關 (Tamis and van den Brink, 1999)。除此之外當然與氣候條件有著緊密的關連, 許多學者已洞察氣候變遷農業環境利於病蟲害發生的情況下, 所提出防治策略中的耕作防治策略 (合理化施肥及水分管理制度、栽植抗蟲品種及輪作等) 與作物健康管理理念很接近 (黃等, 2010; 周等, 2010; 鄭及黃, 2009), 但每種作物健康管理方式需與該作物發育過程相結合 (盧, 2004; 陳等, 2002)。本研究依水稻生育過程或栽培作業, 針對農民慣行不良的操作, 期尋求出水稻健康管理之關鍵技術。

材料及方法

拮抗微生物劑秧苗處理：試驗於 2011 年在苗栗區農業改良場進行, 材料為水稻品種臺南 11 號 (Tainan 11, TN11), 所使用拮抗微生物劑為 2009 年篩選本土性拮抗細菌枯草桿菌, 利用 10L 桌上型發酵槽於 37°C、轉速 200 rpm、通氣量 1vvm, 條件下培養 4 天後, 可獲得 1×10^9 CFU/ml 耐高溫(80°C、10min)的枯草桿菌 BS15-4 內生孢子液態製劑, 將之接種至健康稻種, 進行不施藥對照組、枯草桿菌 BS15-4 發酵液澆灌組 200 倍、市售聯發枯草桿菌 3 號 200 倍、亞磷酸溶液 1500 倍、化學藥劑(依得利 2000 倍、賽座滅 1000 倍)等 5 種處理育苗試驗, 調查每盤秧苗立枯病的發病率及平均發病面積, 每處理 4 重複, 每重複共 5 盤。另於 102 年於苗栗市農會示範田進行, 插秧前處理秧苗, 分別為藥劑處理 (芬普尼及撲殺熱混合推薦量)、枯草桿菌 BS15-4 發酵液 (50X), 及不處理任何藥劑之對照組。每處理種一區田, 逢機取樣 3 點視為重複, 每重複調查 10 株。施肥管理依慣行法實施, 氮磷鉀分別為每分地 18、7、11 公斤, 使用的肥料種類及時期如下: 插秧後 5 天尿素 20 公斤 (混合除草劑及培丹除蟲劑施用)、插秧後 12 天成活期臺肥 1 號肥 40 公斤、插秧後 25 天分蘗期臺肥 5 號肥 32 公斤、及插秧後約 55 天穗肥臺肥 4 號肥 20 公斤 (混合輕可除蟲劑施用)。

栽植密度：以農民慣用栽植密度 30*15 cm、30*181 cm、30*21 cm 及 30*24 cm 寬植密度比較，其對水稻生育、稻穀產量及稻米品質等之影響。田間試驗採逢機區集法，重覆 3 次，每試區 10 m²。試驗期間調查農藝性狀株高、分蘗數及葉綠素計值 (SPAD)、稻穀產量及產量構成因素、與稻米品質。稻米品質蛋白質含量及時為品以食味計檢測之 (PS500)。田間作業管理同上。

示範農戶規劃管理：101 年及 102 年選定苗栗縣主要稻作生產鄉鎮苗栗市、公館鄉、西湖鄉、通霄鎮、苑裡鎮及後龍鎮等地區 8 位農民。進行健康管理秧苗處理或寬植栽培操作，並以慣行法為對照區。調查示範農戶生產記錄，並取樣調查稻穀產量及產量構成因素、與稻米品質，評估示範戶施肥規劃管理之效益。

健康管理與慣行農法之比較：以台農 71 號為材料，種植位於臺中市霧峰區五福里新埔路上，水田面積約 1.08 公頃，其中一個小區面積約 0.20 公頃，當作對照組，施以當地農民的慣行法，另外一個小區約 0.86 公頃為健康管理處理區。健康管理處理區種植前，進行土壤的酸鹼值及氮、磷、鉀含量測定，作為田間土壤改良及田間肥培管理施用量的參考，發現健康管理處理區的 PH 值為 5.5，顯示土壤酸化嚴重；以每 0.1 公頃施用 150 公斤苦土石灰，改善土壤狀況；另為因應酸性土壤中缺矽，提升植體對稻熱病的抗性，每 0.1 公頃施用矽酸鈣 200 公斤，上述兩種資材混合，於第一次整地前施用。依土壤檢測所得的氮、磷、鉀含量，以及品種最適稻穀產量，進行施肥量及施肥時期的擬定，施肥量氮素 120kg/ha，磷肥 40kg/ha，鉀肥 25kg/ha，皆以單質肥料進行施用；以 1 次基肥 2 次追肥及 2 次穗肥的方式施用，氮肥施用量的比例 0%、20%、30%、20%，磷肥於基肥時一次施用，鉀肥則於基肥與追肥時施用，每次比例為 33%。病蟲害發生調查為葉稻熱病及穗稻熱病；稻米品質調查項目為稻穀產量、產量構成因素 (穗數、一穗粒數、千粒重、稔實率) 及稻米品質 (容重量、化學成分、外觀品質及食味品質)。

結 果

拮抗微生物劑秧苗處理：利用克霍氏法則完成病原菌之分離與鑑定，得秧苗立枯病菌 3 株 *Sclerotium rolfsii*、*Rhizoctonia solani*、*Pythium spp.*，為爾後試驗育苗階段拮抗微生物之試驗用。田間育苗試驗結果，不施藥對照組罹病率為 66.7%，利用枯草桿菌 BS15-4 發酵液澆灌組罹病率為 16.7%；效果優於市售聯發枯草桿菌 3 號處理組罹病率為 41.7%；亞磷酸溶液處理組 50%；化學藥劑處理組罹病率為 0%。每育苗箱平均發病面積：枯草桿菌 BS15-4 處理組平均為 29.8 cm²，效果同樣優於市售聯發枯草桿菌 3 號處理組 109.1 cm²；亞磷酸溶液處理組 160.5 cm²；不施藥對照組 133.5 cm²；化學藥劑處理組為 0 (表 1)。枯草桿菌 BS15-4 於 102 年進行本田試驗，於插秧前處理秧苗試驗的結果，枯草桿菌處理較藥劑處理在分蘗期之株高、分蘗數及葉綠素計值分別高出慣行法 4.5%、26.6%、5.7%。102 年第 1 期作水稻苗栗 2 號在不同株距下秧苗藥劑處理、枯草桿菌處理及對照組之間葉稻熱病發生率的差異如 (圖 1)。該等處理平均葉稻熱病發生率依次分為 29.1%、

18.1%、21.5%，若依各處理內不同株距比較，發現枯草桿菌處理在株距間差異性不顯著，而藥劑處理者及對照組則表現不一。藥劑處理者以寬植者較嚴重(41.6%)，對照組則以密植者(14.6%)較嚴重；經枯草桿菌處理者罹病率(18.1%)低於慣行法 3.4%，約減少 15.9%發生程度。

栽植密度：改善慣行栽植密度，探討不同栽植密度對水稻生長與發育級品質之影響。第 1 期作及第 2 期作栽種密度對稻穀產量及稻米品質影響均不大，於分蘖盛期調查水稻生育情形及稻熱病結果，栽植密度試驗依水稻生育期調查農藝性狀株高、分蘖數及葉綠素計值 (SPAD)結果，寬植者較密植者則分別為高出 7.3%、

表 1. 插秧前秧苗箱處理拮抗微生物對立枯病罹病率與平均發病面積之比較

Table 1. Effects of chemicals, antagonistic microorganism, and control treated seedling before transplanting on seedling blight at rice seedling stage.

處理方式	罹病率 (%)	每盤平均發病面積 (cm ²)
枯草桿菌 (BS15-4)	16.7 b*	29.8 b
商品化枯草桿菌 3 號	41.7 c	109.1 c
亞磷酸溶液	50.0 cd	160.5 c
不施藥對 (CK1)	66.7 cd	133.5 c
化學藥劑 (CK2)	0.0 a	0.0 a

* 同欄位字母相同者表示統計分析無顯著性差異存在。

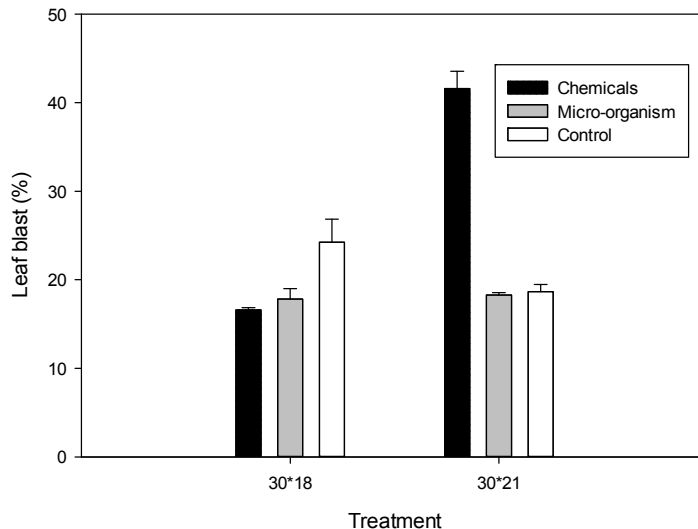


圖 1. 102 年第 1 期作水稻苗栗 2 號在不同株距下秧苗藥劑處理、枯草桿菌處理及對照組之間葉稻熱病發生的差異。

Fig. 1. Comparisons of the incidence of leaf blast among different treated seedlings of Miaoli No. 2 before transplanting by chemicals, antagonistic microorganism, and control in paddy field of the first season crop, 2013.

48.1%、4.3%。發現稻熱病重肥區較健康管理區高出 11%，輕肥區比健康管理區少 3% (表 2)。惟第 1 期做重肥密植稻熱病發生嚴重，雖同屬密植但輕肥者，其病害發生與健康管理相當，故推測肥料施用與栽植密度在健康管理上，前者比後者影響水稻生產更為明顯。第 2 期作進行病蟲害發生調查，主要發生病蟲害為白葉枯病、螟蟲、及瘤野螟等，後龍試驗點調查瘤野螟發生率、發生面積率及危害率，初步結果如(圖 2)，以栽植密度 30*24 cm 發生率 6%較低，較 30*16 cm 栽植密度者顯著的降低 4%；發生面積率以密植者最高；評估危害率 30*21 cm 及 30*24 cm 分為 6.9%及 5.9%，30*16 cm 則高達 18.7%。苗栗市試驗點孕穗期發生白葉枯病，經調查結果也顯著的指出密植者較病斑長度 (7.6 cm)比寬植者 4.5 cm 嚴重 (表 3)，此在葉稻熱病發生趨勢中也可以得到相似的結果 (圖 1)。

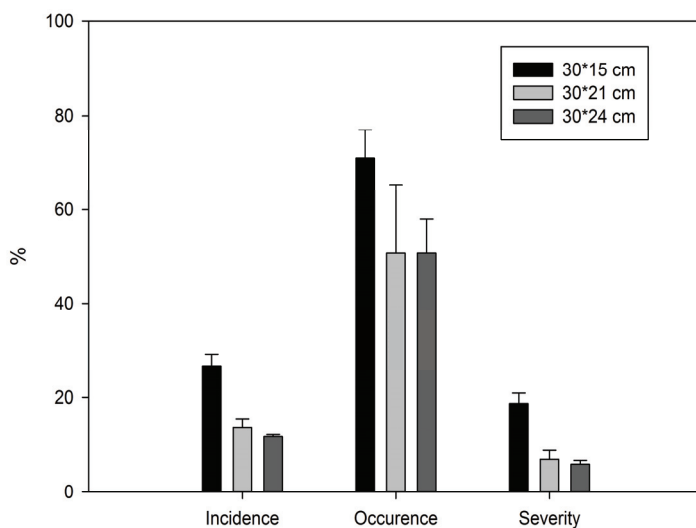


圖 2. 102 年第 2 期作後龍示範農戶不同株距下之瘤野螟發生的差異。

Fig. 2. Comparisons of the occurrence of leaf roller among three different plant densities at HouLon township in the second season crop of 2013.

表 2. 苗栗地區 101 年第 1 期作健康管理區及慣行法生育性狀調查與稻熱病發生情形之比較

Table 2. Comparisons of agronomic characteristics and blast disease at tillering stage among different plant densities and the amount of fertilizers in the second season crop of 2013 at Miaoli area.

管理方式	株高(cm)	分蘗數 (支/叢)	葉綠素計值	葉稻熱病 (%)
重肥密植	76.5 ±5.4 a*	25.9 ±0.5 a	37.8 ±3.1 a	23.2 ±2.3 b
健康管理	71.2 ±3.4 b	28.2 ±2.4 a	37.5 ±1.2 a	12.2 ±3.1 a
輕肥密植	70.3 ±6.7 b	22.3 ±1.7 b	37.1 ±2.1 a	9.2 ±0.8 a

* 同欄位字母相同者表示統計分析無顯著性差異存在。

示範農戶規劃管理：101 年及 102 年選定主要稻作生產鄉鎮苗栗市、公館鄉、西湖鄉、通霄鎮、苑裡鎮及後龍鎮等地區 8 位農民。進行健康管理秧苗處理或寬植栽培操作，並提供慣行法為對照區。於 101 年 6 月 25 日及 102 年 7 月 5 日分別於臺中霧峰及苗栗市舉開水稻健康管理成果發表會，每次與會人員約在 150 人。

比較健康管理與慣行農法產量、稻米品質或病蟲害發生之差異，由表 4 及表 5 得知，臺中霧峰地區健康管理區的稻穀產量雖低於慣行區，僅為慣行區之 80.4%，

表 3. 101 年第 2 期作不同株距稻穀產量、稻穀容重量、糙米率、及白米率等表現之比較
Table 3. Comparisons of grain yield, bulk weight of grain, brown rate, and milled rice rate among different plant densities and the amount of fertilizers in the second season crop of 2012 at Miaoli area.

株距(cm)	稻穀產量 (kg/ha)	稻穀容重量 (g/L)	糙米率 (%)	白米率 (%)	白葉枯病 (cm)*
30*16	6529 ± 73 a	563 ± 7 a	81.4 ± 0.1 a	72.9 ± 0.1 a	-
30*18	7549 ± 95 b	559 ± 2 a	81.4 ± 0.4 a	72.6 ± 0.3 a	7.6 ± 0.5 a
30*21	6398 ± 264 a	564 ± 6 a	81.4 ± . a	72.7 ± . a	3.7 ± 0.3 b
30*24	6761 ± 230 a	570 ± 3 a	81.5 ± 0.2 a	73.2 ± 0.1 a	4.5 ± 0.3 b

* 為 102 年第 2 期作苗栗市試驗地點孕穗期白葉枯病發生的情形。

表 4. 健康管理與慣行農法稻穀產量、稻米品質或病蟲害發生之差異比較 (農業試驗所)
Table 4. Comparisons of grain yield and rice quality between healthy management and conventional cultivation in the first season crop of 2012 at TARI.

性狀項	健康管理區 (A)	慣行管理區 (B)	(A-B)/B*100(%)	T 檢定 顯著性
產量及構成因素				
公頃產量 (kg)	7413.0 ± 481	9226.0 ± 405	-19.7	**
穗數 (支)	26.0 ± 1.2	34.3 ± 5.3	-24.2	**
一穗粒數 (粒)	57.4 ± 1.8	62.5 ± 7.1	-8.2	*
稔實率 (%)	95.4 ± 1.8	89.6 ± 2.5	6.5	*
千粒重 (g/1000 粒)	28.3 ± 0.7	25.2 ± 0.3	12.3	*
品質性狀				
容重量 (g/L)	636.0 ± 36	595 ± 15	6.9	*
碾糙率 (%)	84.0 ± 0.3	83.2 ± 0.7	1.0	ns
蛋白質 (%)	7.8 ± 0.5	8.7 ± 0.6	-10.3	*
白度	41.8 ± 1.8	47.7 ± 2.3	-12.4	*
透明度	3.8 ± 0.2	3.4 ± 0.1	11.8	ns
食味計分數	69.0 ± 3.8	67.0 ± 2.0	3.0	*
病蟲害發生率				
葉稻熱病 (%)	12.2 ± 3.1	23.2 ± 2.3	-47.4	**
病穗比例 (%)	3.8 ± 2.5	5.4 ± 5.3	-29.6	*
斑飛蟲 (隻/叢)	25.0	29.0	-13.8	-
(<i>Laodelphax striatella</i>)				
褐飛蟲 (<i>Nilaparvata lugens</i>)	18.0	23.0	-21.7	-

但品質性狀都優於慣行區，如米粒外觀白度值較低表示白度較白，其提高 12.4%，透明度愈低表示外觀愈晶瑩剔透，其提高 11.8%；食味品質提高 3%。健康管理與慣行農法病蟲害發生情形，稻熱病降低 29.6%至 47.4%，飛蟲類包括斑飛蟲及褐飛蟲，則減少 13.1~21.7%。分析投入成本計算純收益，發現第 1 次種植時雖投入的農藥及肥料都遠低於慣行管理區，但產量減產頗為顯著，至純收益健康管理較低，但至第 2 次種植時，因生產農田生態的親合性較佳，健康管理純收益由減少轉為增加 (表 6)。

表 5. 苗栗地區示範農戶健康管理與慣行法的稻穀產量及容重量平均表現

Table 5. Comparisons of grain yield, bulk weight of grain, brown rate, and milled rice rate between healthy management and conventional cultivation in the first and second season crop of 2012 at Miaoli area

期作	性狀分析	健康管理	慣行法	T 檢定顯著性
第 1 期作	稻穀產量 (kg/ha)	7361 ± 479	7501 ± 318	n.s.
	稻穀容重量 (g/L)	531 ± 5	534 ± 3	n.s.
	糙米率 (%)	78.4 ± 0.8	79.8 ± 0.3	n.s.
	白米率 (%)	62.4 ± 1.1	63.9 ± 0.5	n.s.
	蛋白質 (%)	7.3 ± 0.3	8.2 ± 0.3	*
	食味計分數 ¹	66 ± 1.4	61.4 ± 1.5	*
第 2 期作	稻穀產量 (kg/ha)	6596 ± 161	6389 ± 197	n.s.
	稻穀容重量 (g/L)	576 ± 3	584 ± 2	*
	糙米率 (%)	82 ± 0.3	81.6 ± 0.5	n.s.
	白米率 (%)	72.7 ± 0.4	72.2 ± 0.4	n.s.

¹ 以 PS500 食味計測定。* 達 5%顯著性差異水準。

表 6. 100 年第 2 期作及 101 年第 1 期作水稻健康管理區與慣行管理區投入成本分析 (單位：元/0.1 公頃)

Table 6. Cost analysis of input and output between healthy management and conventional cultivation in the first season crop of 2012 at TARI.

資材	費用 (元/0.1 公頃)	健康管理區	慣行管理區
土壤改良劑	施用工資	388	0
	資材成本	567	0
肥料	施肥工資	375	630
	肥料成本	539	1060
農藥	噴藥工資	350	1050
	農藥費用	75	640
總支出		2294	3380
	稻穀產量	741.3	922.6
純收益	收入	20,077	24,987
		17,783	21,607

討 論

本文針對水稻健康管理之育苗技術及因應氣候變遷栽培技術的調整與務實示範等方面提出最近的結果，並達到盧 (2004) 建議水稻現行栽培品種應建立各自的水稻生理指標之基本資料，以提供健康管理背景資訊，進而透過農業試驗所建立水稻優質生產整合資訊系統，可精確的掌握水稻生產管理上重要的關鍵點 (賴等，2004)。而水稻生產慣行栽培盲點有秧苗密播、插秧密插、肥料不惜成本施用肥料與盲目施灑農藥等，主要因農民習慣性要求水稻每叢插秧支數要多，省去後續補植工作。另依習慣偏重於化學肥料的過量施用，可增加每叢分蘗數，達到高產的目的 (許等，2011)。然而此等習慣做法，造成根部發育量變少或分蘗數過於繁盛，致使稻株莖桿細小且易倒伏，或生長空間通風性不良

，導致病蟲害易發生，農民使用化學農藥之次數及施用量相對增加。每叢插秧支數不宜過多，肥料控制應適量，每叢分蘗數控制在 20-24 支，讓每支分蘗均能發育成健康的稻穗，沒有浪費肥料投入無效分蘗產生 (羅及林，2007)。本研究在健康育苗技術上，係利用拮抗微生物可以抑制病害發生情形，達到減少用藥的目的，在水稻生長發育期方面也有相關的報告 (林，2006)，但在秧苗報告不多，本試驗結果也證實其在育苗上亦可達抑制病害的發生。因應氣候變遷栽培技術的調整，本文著重於栽植密度與肥料用量，因栽植密度寬者雖無法提高產量，可以改善田間通風情形 (侯，1987；楊，1986；李，2011)，進而病蟲害發生率與危害率會減少，但就本研究發現肥料用量過多對病蟲害發生的影響程度，高於栽植密度，所以農民若落實合理化施肥，是培育出健康作物最立竿見影的方法。此在本研究示範試驗中，已先改善土壤條件後，降低肥料用量，節省生產成本，在連續以健康管理操作之，其純收益有逐漸提高的趨勢，終究會超過慣行法。綜合本研究技術應用於健康管理之各項重點，包括利用苦土石灰調整土壤 pH 至最適合水稻生長值 (pH 為 5.5~6.5)，有利於水稻生長。水稻育苗可利用拮抗微生物減少農藥使用，利用健康管理精緻合理施肥及寬植可降低稻熱病及蟲害的發生情形。健康管理的技術是動態的，要持續的專研與改進，經由示範與研究的結合，不但栽種管理模式可以因應環境變遷修正，亦可以快速落實在產業應用上。

結論及建議

水稻健康管理基本上是導入「預防勝於治療」及「滾動調整」觀念，對於病蟲害及肥份管理，可恰到好處，進而減少用藥及肥料量的物力及人力成本。預防及滾動的策略，如在苗期及水稻生育期間病蟲害預警發佈，提早進行病蟲害防治。秧苗經枯草桿菌處理者，第 1 期作稻熱病罹病率低於慣行法 6.4%，約減少 26.4% 發生程度。第 2 期作於插秧後 35~40 天施用培丹，防治蟲害；插秧後 40~50 天施用枯草桿菌或克枯爛預防白葉枯病。另如颱風不斷，日照低及雨量多情況下，水稻植株對氮素吸收較緩慢，此時以滾動調整肥料用量，可強健植株而間接減少病

蟲害的發生。調整的方式，氮素肥料施用量可減少 10%，鉀肥量增加 10~15%。例如穗肥 (插秧後約 55 天) 每公頃施用硫酸銨 2.5 包，氯化鉀 1.8 包；施用前灌水，施用後停止灌溉水流出。穗肥除施用量要注意外，施用時間點也很重要，以水稻剛進入幼穗形成期最為恰當。以上整理論述，提供農委會推行作物健康管理體系之參考。最終目標以整合性環境友善的管理方式生產農作物，進而期望達到三少 (少用藥、少肥料、少成本) 及三高 (高品質、安全性高、好價高) 的境界。

參考文獻

- 李宜錦。2011。栽培密度與栽培期對水稻產量及品質的影響。臺灣大學農藝學研究所碩士論文，94pp。
- 林漢釗。2006。益生性枯草桿菌 *Bacillus subtilis* WG6-14 在水稻栽培與病害管理上之應用性，中興大學植物病理研究所碩士論文，指導者曾德賜教授，pp.152，臺中。
- 周泳成、林駿奇、黃德昌。2010。水稻主要病害之發生與防治 植物保護通報 24：4-15。
- 侯福分。1978。水稻秧苗日數及栽培密度對產量及生育之影響。臺中區農業改良場研究彙報 2：32-39。
- 陳列夫、曾東海、卓緯玄。2002。活用水稻葉齡生理特徵。農業試驗所技術服務季刊。52:26-30
- 陳雲蘭。2008。百年來台灣氣候的變化。科學發展 424：6-11。
- 許志聖、楊嘉凌、鄭佳綺。2011。良質米優質栽培技術之開發。臺中區農業改良場一〇〇年度科技計畫研究成果發表會論文輯 p.101-105。彰化。
- 黃守宏、鄭清煥、吳文哲 2010 全球溫暖化對台灣水稻害蟲可能之影響及因應對策。植物保護通報 第 24 期：1-3。
- 楊藹華。1986。栽植密度對水稻群體同化物質生產與分配過程之影響。中興大學糧食作物研究所碩士論文。
- 鄭清煥、黃守宏。2009。水稻害蟲防治之省思，台灣水稻保護成果及新展望研討會專刊，農業試驗所特刊第 138 號: 65-82。
- 賴明信、陳瑞明、林信山。2004。水稻台農 71 號之健康管理，水稻健康管理研討會專集，(pp.143~150)，臺中霧峰：農委會農業試驗所。
- 劉政侑、陳榮坤、郭介煒。2009。水稻臺南 11 號播種密度及移植本數對其生產潛力之影響。嘉大農林學報 6：67-80。
- 盧虎生。2004。水稻之發育過程與健康管理。農業試驗所特刊 111：17-32。
- 盧虎生、劉韻華。2007。臺灣優質水稻栽培之環境挑戰與因應措施。作物、環境與生物資訊 3：297-306。
- 羅正宗、林俊隆。2007。氮肥施用量及栽植密度對水稻植冠截光能力及光能利用效率之影響。臺南區農業改良場研究彙報 49：35-48。
- Kondo, M., T. Ishimaru, Y. Sanoh, and T. Umemoto. 2005. Research directions on grain ripening under high temperature in rice. *Agric. Technol.* 60: 462-4702. (in Japanese)
- Kim, H. Y., J. Ko, S. Kang, and J. Tenhunen. 2013. Impacts of climate change on paddy rice yield in a temperate climate *Global Change Biology* 19: 548-562.
- Long, D. H., F. N. Lee, and D.O. TeBeest. 2000. Effect of nitrogen fertilization on disease progress of rice blast on susceptible and resistant cultivars. *Plant Disease* 84:403-409.
- Morita, S., H. Shiratsuchi, J. I. Takahashi, and K. Fujima. 2004. Effect of high temperature on grain

ripening in rice plants. -Analysis of the effect of high night and high day temperatures applied to the panicle and other parts of the plant. *Japan. J. Crop Sci.* 73: 77-83.

Peng, S., J. Huang, J. E. Sheehy, R. C. Laza, R. M. Visperas, X. Zhong, G. S. Centeno, G. S. Khush, and K. G. Cassman. 2004. Rice yields decline with higher night temperature from global warming. *PNAS* 101:9971-9975.

Tamis, W. L. M. and W. J. van den Brink. 1999. Conventional, integrated and organic winter wheat production in the Netherlands in period 1993-1997. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 76: 47-59.

Developing Techniques and Demonstration of Health Management in Rice

Min-Shin Lai^{1*}, Shan-Chi Chu², Zhi Wen Zheng², Charng-Pei Li¹, Woei-Shyua Jwo¹, Chen Hsie Tsai², and Su-Jein Chang^{2,**}

¹ Associate Researcher (M. S. Lai), Assistant Researcher (C. P. Li), and Assistant Researcher (W. S. Jwo), respectively, Crop Science Division, Taiwan Agricultural Research Institute, Taichung, Taiwan, ROC.

² Assistant researcher (S. C. Chu), Contract assistant (Z. W. Zheng), and Assistant Researcher (C. H. Tsai), respectively, Crop Environment Section, Miaoli District Agricultural Research and Extension Station, Miaoli, Taiwan, ROC.

³ Researcher, Secretary General Office, Miaoli District Agricultural Research and Extension Station, Miaoli, Taiwan, ROC.

* Corresponding author, E-mail: mhlai@tari.gov.tw

** Corresponding author, E-mail: sujein@mdais.gov.tw

Abstract

The basic philosophy of crop healthy management (CHM) is based on integrated management of environment-friendly method to product safe and good food. The goal of this study was to be established the system of healthy management on rice from seedling stage to ripen stage. Firstly, seeds were treated antagonistic microorganism to disinfect against seed-bored diseases at seedling stage or pre-transplanting which was isolated and identified by Miaoli District Agricultural Research and Extension Station have been multiplied. Then the amount of seeds in one pieces was decreased from 300 g to 230~240 g. At transplanting, modified the plant density as 30*24 cm was recommended while the conventional density was 30*15 cm. The results showed that infection of blast reducing 12%, 5% reduction in grain yield and eating quality of rice increased by 3% in health management. In conclusion, health management can create ventilation environment by healthy seedlings, wide planting, and appropriate amount of fertilizer, so a less pesticide application, relative net income can be increased by 4%. The most important thing is to reduce environmental pollution by health crop management as well as a kind of environment-friendly production management.

Keyword: rice (*Oryza sativa* L.), antagonistic microorganism, plant density.