有機稻田不同雜草控制方法 對稻米品質之影響

王淑敏* 柯勇** 黃倉海*** 陳世雄****

明道大學應用科學院助理教授

摘 要

本試驗探討不同雜草控制方法對稻米品質之影響。2001年二期作至2002年二期作連續三期作於中興大學農業試驗場進行田間試驗。水稻生育期間，不同的雜草控制方法，營造出不同的生長環境，除了會影響稻穀產量外，對於稻米的品質也會造成影響。不同雜草控制方法對米粒外觀沒有顯著影響。期作間以二期作稻米之直鏈性澱粉及粗蛋白含量較高。2001年二期作以煙燻稻殼及紙膜敷蓋處理之粗蛋白含量較低，所以食味口感較軟。而2002年二期作以黃豆粉及米糠處理之粗蛋白含量較高，推測原因為原料中含有高量之氮素所致。

關鍵詞：雜草控制、稻米品質、直鏈性澱粉、粗蛋白。

*彰化縣二水鄉公所職員

**明道大學精緻農業學系教授

***明道大學精緻農業學系助理教授

****明道大學精緻農業學系教授及通信作者

壹、前言

有機農業是目前世界性關切的話題，有機農業是一種完全不用或儘量少用化學肥料和農藥的農業耕作方式，不僅可生產清潔、安全、品質優良之產品，同時得以維持農田生態平衡。目前台灣農業耕作方式偏重於產量之提高，因而仰賴速效肥料及過量農藥、殺草劑之使用，造成土壤肥力日趨劣化，土壤質地破壞而沖蝕嚴重，並導致土壤性病害增加，農作物生長受到限制，產品品質下降等缺失（施，1997）。因此有機栽培常使用輪作、添加有機質、天然藥劑、物理防治或化學防治等栽培措施，進行土壤地力及環境生態之維持。相對的有機產品生產過程更乾淨及安全，品質亦可提昇（高，1989；吳等人，1997；張，2003）。

水稻為我國最重要的糧食作物，稻米是國人主要之食糧，對於以稻米為主食的民族而言，產量之穩定頗為重要。隨著外食增加及飲食選擇多樣化，傳統主食的白米逐漸被其他食物替代，導致穀類消費逐年下降。根據行政院農業委員會92年台灣糧食供需統計指出，92年我國白米消費量平均每人每年49.1公斤，較10年前減少11.6公斤。飲食習慣已由以往吃得飽，進而要求吃得好，因此對於米質的要求日益殷切。同時為強化國產米之競爭力，除調整生產結構及水土資源利用之外，加強生產高品質之有機米更為重要（林及李，2003）。有

機栽培中，雜草控制是一項極為費力之工作，防治之成本也會較一般慣行栽培者高（吳等人，1997）。在水稻栽培過程中，利用不同資材加以控制雜草之生長，可能由於所使用的資材會影響水稻之生長與發育，進而影響稻米品質。因此，本試驗主要探討雜草控制方法對稻米品質之影響，以期能找出最適之栽培管理模式。

貳、材料與方法

一、試驗材料

本試驗以水稻品種台梗9號為試驗材料。於2001年二期作至2002年二期作連續三期於中興大學農業試驗場（台中縣霧峰鄉）進行田間試驗。

二、試驗方法

2001年二期作分別以紙膜、滿江紅（*Azolla pinnata*）、稻殼或煙燻稻殼等處理進行有機稻田雜草控制之試驗。紙膜為永豐餘公司提供，規格為150 g/m²。滿江紅品種為利馬種，接種量0.2 kg/m²。稻殼施用量0.6 kg/m²。煙燻穀殼施用量0.5 kg/m²。2002年一期作之試驗由於稻殼處理容易引來鳥類啄食，鳥糞常帶來雜草種子，本期作則不進行處理。因此除紙膜、滿江紅或煙燻稻殼處理之外，另增加黃豆粉及米糠處理，使用之新鮮黃豆粉（N：P：K=7：0.6：2.4）和米糠（N：P：K=2.4：0.4：1.8）均為未腐熟之有機資材，施用量以能敷蓋整個田面

為原則，其使用量分別為0.3 kg/m²及0.5 kg/m²，處理方式皆於插秧後隨即施用。至2002年二期作同樣以紙膜、滿江紅、煙燻稻殼、黃豆粉或米糠進行處理，紙膜、滿江紅及煙燻稻殼的施用量與2001年二期作相同，而黃豆粉施用量為0.3、0.6或0.9 kg/m²，米糠施用量則為0.5、1.0或1.5 kg/m²。試驗採完全逢機設計（CRD），每處理三重複。

三、調查項目

（一）碾米率

2001年二期作、2002年一期作及2002年二期作之水稻分別於2001年11月12日、2002年6月3日及2002年11月8日採收。收穫所得之水稻採用Satake脫殼機脫殼，再以Mcgill No.2精米機碾白，並用Burrows篩選機篩選以去除斷裂米。並測定糙米率、白米率及完整米率。

（二）米粒外觀

米粒外觀主要測定透明度，透明度依照白粉質(chalkiness)在米粒中加深與擴大的程度各分為6級(由0至5)，數目越少表示越透明。

（三）白米理化性質

將上述碾白之稻米，以Cyclone sample mill (UDY, Fort Collins Co.)研磨成粉狀，測定直鏈澱粉含量、粗蛋白含量及凝膠展延性。

1. 直鏈澱粉含量之測定：將碾碎之白米以40mesh篩網進行過篩，稱取0.1g米粉，置入100ml之定量瓶中，加入1ml 95%乙醇及9ml之1N氫氧化鈉溶液，

放入100°C水浴槽煮沸10分鐘。冷卻後加入蒸餾水定量至100ml，充分混合後蓋上蓋子放至25°C之室內，隔日利用Technicon自動分析儀測定直鏈澱粉的含量。

2. 粗蛋白含量之測定：將白米粉末以近紅外線自動分析儀(NIR technicon)測定。
3. 凝膠延展性之測定：稱取0.1克的細米粉，置於100 mm×20 mm (長×半徑)之試管內，加入2ml之0.2N氫氧化鉀及0.2ml之瑞香酚藍(Thymol blue)指示劑，充分混合後加熱沸騰10分鐘使其充分糊化，再予以冷凝25分鐘，平放於平台上30分鐘，觀察其膠體展流的長度。白米澱粉膠體劃分為三個硬度等級：高膠體硬度(H：27至35mm)、中等膠體硬度(M：36至49mm)及低膠體硬度(S：50mm以上)。
4. 糊化溫度：採鹼性擴散度測法(alkali spreading test)，取完整之精白米粒6粒，均勻置於透明塑膠盒中(規格15/8×15/8×3/4吋)，加入1.7%之氫氧化鉀溶液10ml，靜置於30°C之恆溫箱中23小時，檢測擴散程度，溫度於74°C以上者為高糊化溫度，其米粒完全不受影響或米粒稍微膨脹。溫度低於70°C者為低糊化溫度，其米粒破裂而分散，突破而掩蓋白邊或者米粒完全分散混合呈透明狀。

參、結果與討論

一、雜草控制方法對碾米品質之影響

(一) 稻穀容重

2001年二期作不同雜草控制方法間之稻穀容重無顯著差異(表1)。2002年一期作雜草控制方法間之稻穀容重,以黃豆粉敷蓋處理之稻穀容重較低,較對照區之稻穀容重減少3.2%(表2)。2002年二期作試驗之稻穀容重,以接種滿江紅、紙膜敷蓋及0.3 kg/m²黃豆粉處理之稻穀容重較重,與對照組呈顯著差異。三個不同黃豆粉或米糠施用量之處理無顯著差異,但稻穀容重隨施用量的增加而有下降的趨勢(表3)。此結果與賴等(1997)指出稈稻之稻穀容重與施氮量呈直線關係,隨氮肥施用量之增加而減少相符。

(二) 糙米容重

2001年二期作及2002年一期作不同雜草控制方法間之糙米容重無顯著差異(表1、2)。2002年二期作雜草控制方法間之糙米容重,以接種滿江紅、0.3 kg/m²黃豆粉及煙燻稻殼敷蓋等處理之平均糙米容重最重,分別為每公升825、825及824公克,與對照組之816公克達顯著差異。米糠敷蓋處理之糙米容重最輕,平均糙米容重為每公升809公克,較對照組減少0.9%。黃豆粉不同施用量處理以每平方公尺施用0.3公斤之平均糙米容重最重,隨著施用量的增加糙米容重逐漸下降,且達顯著差異(表3)。

(三) 糙米率

2001年二期作,不同雜草控制方法

間之糙米率無顯著差異(表1)。2002年一期作田間試驗結果顯示雜草控制方法間之糙米率,以黃豆粉敷蓋處理之平均糙米率為81.1%最高,較對照組提高2.1%。接種滿江紅及米糠敷蓋處理次之,平均糙米率分別為80.4%及80.3%,皆與對照組呈顯著差異(表2)。2002年二期作僅有施用1.0 kg/m²米糠之處理與對照組具顯著差異,其餘處理均無差異(表3)。

(四) 白米率

2001年二期作及2002年一期作試驗結果顯示,不同雜草控制方法對白米率未達顯著差異(表1、2)。2002年二期作以0.3 kg/m²黃豆粉、接種滿江紅、紙膜敷蓋及煙燻稻殼處理之白米率較高,平均白米率依序為72.5、72.2、72及71%,均與米糠處理達顯著差異。以1.0 kg/m²米糠處理最差,與對照組呈顯著差異(表3)。

(五) 完整米率

2001年二期作不同雜草控制方法間之完整米率差異不顯著(表1)。2002年一期作以接種滿江紅、黃豆粉及紙膜敷蓋處理之完整米率較高,平均完整米率依序為68.7、66.9及66.3%,與煙燻稻殼及米糠敷蓋處理之完整米率達顯著差異(表2)。2002年二期作以紙膜敷蓋及接種滿江紅處理之平均完整米率最高,而米糠敷蓋處理之完整米率低於61.4%。以施用0.3 kg/m²黃豆粉處理之完整米率較0.9 kg/m²高。而米糠不同施用量之處理則未達顯著差異(表3)。

二、雜草控制方法對米粒外觀之影響

構成米粒外觀的主要因素有米粒長度、形狀、透明度、腹白、心白、背白及胚眼缺刻度等(劉和宋,1996)。白米外觀特性,除了直接影響米粒外觀外,並影響碾米品質,通常形狀細或心白、腹白較多的米,在碾米過程容易斷裂(劉和宋,1996)。由於消費者對米粒外觀非常重視,一般亦以腹白、心白及背白較少,透明度高之白米較受消費者喜歡,具有較高之市場價值。因此碾米廠商積極致力於碾米設備的改善,以使白米所含的夾雜物及被害粒大幅降低,對提高白米品質具有良好的成效。本試驗三期作之結果顯示,不同雜草控制方法對米粒外觀並沒有影響。2001年二期作、2002年一期作、2002年二期作之白米透明度等級分別為3(表1)、4(表2)及3.5(表3)。綜合來說,雜草控制方法間對米粒外觀,均未產生不良之影響,但二期作之白米外觀比一期作佳,因其白米透明度比一期作高,雖心白較一期作高,但腹白及背白卻比一期作少(資料未

顯示)。米粒之白堊質(chalkiness)係米粒胚乳內澱粉與蛋白質顆粒之堆積較不密實所致(Khush et al., 1979; Tashiro and Ebata, 1975)。一般來說,心白、腹白及背白米統稱為白堊質米。米粒白堊質之多寡直接影響白米之外觀,間接影響完整白米率,是米粒外貌評價中極重要之性狀。穀粒充實期間溫度環境可能影響穀粒之發育,進而影響產量及品質。低溫下容易形成米粒小之未熟粒,高溫下則易有心腹白米的形成,且碎米率亦較多,為影響白堊質米產生的主要環境因子(Chamura et al., 1979; Jennings et al., 1979; Yoshida et al., 1977)。米粒白堊質性狀出現與稻株抽穗開花後外界之持續溫度有關,高溫會增加白堊質米之出現頻度或增加白堊質之面積(Chamura et al., 1979; Resurrecion et al., 1972)。米粒之白堊質存在與否雖不會影響白米之顆粒澱粉與蛋白質含量(郭等,1985),但因白堊質部分之透明度較差,且質地鬆軟,碾米時碎米率高,會降低碾米品質,進而影響到稻米之市場價值。

Table 1. Milling qualities and appearance properties of rice cultivar Tai-keng 9 (TK9) as affected by treatments of weed control on paddy fields under organic farming (2nd crop, 2001).

Treatment	Volume weight of grain (g/L)	Volume weight of brown rice (g/L)	Brown Rice (%)	Milled Rice (%)	Head Rice (%)	Trans-lucency index
Control	573a	805a	80.3a	72.0a	65.7a	3.0
Rice hull	565a	799a	80.6a	72.6a	67.4a	3.0
Smoked rice hull	569a	803a	80.7a	72.2a	66.4a	3.0
Azolla	571a	802a	80.8a	72.4a	65.7a	3.0
Paper mulching	566a	799a	81.2a	72.7a	67.6a	3.0

Means in the same column followed by the same letter are not significantly different at $\alpha = 0.05$ by Duncan's MRT.

Table 2. Milling qualities and appearance properties of rice cultivar Tai-keng 9 (TK9) as affected by treatments of weed control on paddy fields under organic farming (1nd crop, 2002).

Treatment	Volume weight of grain (g/L)	Volume weight of brown rice (g/L)	Brown Rice (%)	Milled Rice (%)	Head Rice (%)	Trans-lucency index
Control	569abc	797b	79.4d	71.7b	67.5ab	4.0
Paper mulching	559cd	801ab	79.8cd	71.8b	66.3ab	4.0
Soybean meal	551d	801ab	81.1ab	72.9ab	66.9ab	4.0
Smoked rice hull	567abc	801ab	79.5d	71.8b	65.9b	4.0
Azolla	569abc	808ab	80.4bc	72.9ab	68.7a	4.0
Rice bran	562bc	801ab	80.3bc	72.4b	65.7b	4.0

Means in the same column followed by the same letter are not significantly different at $\alpha = 0.05$ by Duncan's MRT.

Table 3. Milling qualities and appearance properties of rice cultivar Tai-keng 9 (TK9) as affected by treatments of weed control on paddy fields under organic farming (2nd crop, 2002).

Treatment	Volume weight of grain (g/L)	Volume weight of brown rice (g/L)	Brown Rice (%)	Milled Rice (%)	Head Rice (%)	Trans-lucency index
Control	472b	816bc	79.0ab	70.8ab	64.4bcd	3.5
Paper mulching	558a	823ab	82.0a	72.0a	69.0ab	3.5
Smoked rice hull	540ab	824a	80.6a	71.0a	66.6abc	3.5
Azolla	566a	825a	81.4a	72.2a	69.0ab	3.5
0.3 kg/m ² Soybean meal	554a	825a	81.6a	72.5a	68.8ab	3.5
0.6 kg/m ² Soybean meal	525ab	822abc	79.6ab	70.8ab	65.5abcd	3.5
0.9 kg/m ² Soybean meal	508ab	816bc	78.2ab	69.3abc	63.7cde	3.5
0.5 kg/m ² Rice bran	478b	809d	75.6bc	67.7bc	61.4de	3.5
1.0 kg/m ² Rice bran	474b	809d	73.0c	66.6c	59.4e	3.5
1.5 kg/m ² Rice bran	—*	—	—	—	—	—

Means in the same column followed by the same letter are not significantly different at $\alpha = 0.05$ by Duncan's MRT.

*: Rice seedling were killed by fermentation of rice bran

三、雜草控制方法對理化性質之影響

(一) 對直鏈澱粉含量之影響

2001年二期作雜草控制方法之直鏈澱粉含量，以煙燻稻殼敷蓋處理之白米直鏈性澱粉含量16.27 %最高，較對照組增加3.2 %。紙膜敷蓋、接種滿江紅及稻殼敷蓋處理之平均直鏈澱粉含量分別為16.13、16.13及16.1 %，亦較對照組高（表4）。2002年一期作以紙膜敷蓋及米糠敷蓋處理之平均直鏈澱粉含量最高，顯著較對照組提高11.1 %及10.4 %（表

5）。2002年二期作以對照區之平均直鏈澱粉含量18 %最高，紙膜敷蓋及接種滿江紅之含量次之，直鏈澱粉含量分別較對照區減少2.4%及2.8%（表6）。

直鏈澱粉含量為影響稻米烹調和食用性質最主要之因素（劉和宋，1996；宋，1986）。白米中直鏈澱粉含量，因品種不同而有很大的差異，除糯米之外，一般品種其含量在7~34 %之間。澱粉是由多數葡萄糖，經葡萄糖苷（glucoside）結合所連結成的多糖類，由其形狀之不同，而分類為

直鏈性澱粉 (amylose) 與支鏈性澱粉 (amylopectin)。直鏈性澱粉為葡萄糖間以-1,4鍵結，支鏈性澱粉為葡萄糖間以-1,6鍵結。澱粉組成中之直鏈澱粉含量增加，不僅降低膠化溫度與凝膠展延性，對米飯質地亦有影響，使得硬度增加而黏度降低 (Juliano et al., 1981)。

本試驗白米之直鏈澱粉含量，以二期作稻米之直鏈澱粉含量較一期作高。由於一、二期作氣象環境差異甚大，一期作水稻生育後期溫度較高，可能導致米粒直鏈澱粉含量低。穀粒成熟期間之溫度會影響米粒直鏈澱粉含量。有學者亦指出高溫下所充實之米粒直鏈澱粉含量較低 (Chamura et al., 1979; Gomez, 1979)。其結果與本試驗相符合。

穀粒充實期之低溫環境，米粒品質因直鏈澱粉含量明顯增加，導致米飯硬度或咀嚼性增加、黏性降低，米飯食味因而降低 (Asaoka et al., 1991; Tamaki et al., 1989)。澱粉是由直鏈澱粉與支鏈澱粉所組成，直鏈澱粉與支鏈性澱粉之比值為影響米粒品質的因子。高溫下合成澱粉之酵素會受到抑制，導致直鏈澱粉含量較低 (Tamaki et al., 1989)。

(二) 對蛋白質含量之影響

2001年二期作及2002年一期作所有處理之白米粗蛋白含量與對照組無顯著差異 (表4、5)。2002年二期作田間試驗之白米粗蛋白含量以0.5 kg/m²及1.0 kg/m²米糠敷蓋處理含量較高，含量分別為7.16 %及7.29 %，相較於對照組提高19.9

%及15.7 %，紙膜敷蓋及煙燻稻殼敷蓋處理之白米粗蛋白含量與對照組沒有差異顯著。黃豆粉或米糠三個不同施用量亦無顯著差異 (表6)。

蛋白質含量雖與烹調品質有關，但常被視為營養品質性狀。一般稻米蛋白質含量除決定稻米本身營養外，也影響米粒硬度、黏性、色澤及米飯烹調所需時間和水量多寡。蛋白質含量高者，米飯硬度較硬、黏彈性較差和色澤呈稍黃褐色。蛋白質含量易受環境及施用氮肥多寡所影響 (謝和王, 1988)。劉等 (1988) 指出蛋白質含量與食味之間呈負相關，除越光米外，蛋白質含量高者食味差，越光米蛋白質含量甚高，超出其它稈米、長秈米和秈米，其食味卻較長秈米、秈米和稈米佳，似乎與蛋白質高而食味差之原則不合，可見除蛋白質含量多寡外，尚有其它因子影響米飯食味。

(三) 對凝膠展延性及糊化溫度之影響

米粒澱粉之膠化溫度是白米重要特性之一 (Juliano, 1985)。膠化溫度是澱粉的一種物理特性，當澱粉顆粒在熱水中開始呈不可逆之膨脹，並失去其曲折性 (birefringence) 及結晶構形 (crystallinity) 之臨界溫度即為膠化溫度 (Tomar and Nanda, 1984)。通常米粒之膠化溫度介於50至77°C之間，膠化溫度直接影響到煮飯時米粒之吸水性、膨脹容積及米粒伸長。一般食米以中至低膠化溫度者較適合國人口味，其米飯口感

較軟。

本試驗各種雜草控制方法對精白米之糊化溫度及凝膠展延性均無顯著差異。米粒的糊化溫度皆為低膠體溫度

(L; 55~69°C)，凝膠展延性則皆為低膠體硬度 (S; 膠體展流50 mm以上)。一般而言，低膠體硬度之米飯口感最軟，較受國內消費者喜好 (表4、表5、表6)。

Table 4. Physical-chemical properties of rice cultivar Tai-keng 9 (TK9) as affected by treatments of weed control on paddy fields under organic farming (2nd crop, 2001).

Treatment	Amylose (%)	Crude Protein (%)	Gel Consistency (mm)	Gelatinization temperature
Control	15.77b	5.96ab	94.7S	L
Rice hull	16.10a	5.83b	95.3S	L
Smoked rice hull	16.27a	5.74b	95.7S	L
Azolla	16.13a	5.92ab	95.0S	L
Paper mulching	16.13a	5.74b	95.3S	L

Means in the same column followed by the same letter are not significantly different at $\alpha = 0.05$ by Duncan's MRT.

S: soft gel, L: low gelatinization temperature

Table 5. Physical-chemical properties of rice cultivar Tai-keng 9 (TK9) as affected by treatments of weed control on paddy fields under organic farming (1st crop, 2002).

Treatment	Amylose (%)	Crude Protein (%)	Gel Consistency (mm)	Gelatinization temperature
Control	14.4e	5.48ab	88S	L
Paper mulching	16.0a	5.37b	97S	L
Soybean meal	15.8b	5.55a	100S	L
Smoked rice hull	15.2c	5.47ab	96S	L
Azolla	15.3c	5.49ab	92S	L
Rice bran	15.9ab	5.51ab	100S	L

Means in the same column followed by the same letter are not significantly different at $\alpha = 0.05$ by Duncan's MRT.

S: soft gel, L: low gelatinization temperature

Table 6. Physical-chemical properties of rice cultivar Tai-keng 9 (TK9) as affected by treatments of weed control on paddy fields under organic farming (2nd crop, 2002).

Treatment	Amylose (%)	Crude Protein (%)	Gel Consistency (mm)	Gelatinization temperature
Control	18.00a	5.97d	100S	L
Paper mulching	17.50bc	6.01d	100S	L
Smoked rice hull	16.73d	5.94d	91.0S	L
Azolla	17.57b	6.46c	98.3S	L
0.3 kg/m ² Soybean meal	17.23c	6.91a	96.0S	L
0.6 kg/m ² Soybean meal	16.40e	6.87ab	91.3S	L
0.9 kg/m ² Soybean meal	17.47bc	6.97a	92.3S	L
0.5 kg/m ² Rice bran	16.57de	7.16a	92.3S	L
1.0 kg/m ² Rice bran	16.33e	7.29a	94.3S	L
1.5 kg/m ² Rice bran	—*	—	—	—

Means in the same column followed by the same letter are not significantly different at $\alpha = 0.05$ by Duncan's MRT

S: soft gel, L: low gelatinization temperature

*: Rice seedling were killed by fermentation of rice bran

參考文獻

吳炳奇、郭金條、侯福分。1997。台南地區水稻有機栽培。有機農業科技成果研討會專刊。p. 18-19。台中區農業改良場。彰化。台灣。

林鈴娜、李蒼郎。2003。有機水稻產業發展。台灣地區有機農業產業發展研討會專刊。p. 85-96。台中區農業改良場。彰化。台灣。

施明山。1997。台灣有機農業發展概況。有機農業科技成果研討會專刊。p. 6-11。台中區農業改良場。彰化。台灣。

高德錚。1989。農藝作物有機栽培法之探討。有機農業研討會專集。p. 117-132。台中區農業改良場。彰化。台灣。

張正英。有機農產品與消費者互動之研究。台灣地區有機農業產業發展研討會專刊。p. 52-83。台中區農業改良場。彰化。台灣。

郭益全、劉清、卜瑞雄、鍾得月。1985。栽培地點與水稻品質性狀之表現。中華農業研究 34 : 135-144。

劉瑋婷、宋勳。1996。稻米品質的影響因素。花蓮區農業專訊 18 : 12-15。

劉慧瑛、林禮輝、宋勳、洪梅珠。1988。不同稻米品種之食用品質與化學性質之關係。稻米品質研討會專集。p. 76-90。台中區農業改良場。彰化。台灣。

賴明信、陳正昌、郭益全、陳治官、李長沛、曾東海、林俊英。1997。現行水

稻推廣品種生產力與氮肥用量之關係 II. 氮肥用量對稻米容重及品質之影響。中華農業研究 46: 1-14。

謝順景、王聯輝。1988。水稻米粒品質之遺傳研究。稻米品質研討會專集。p. 117-136。台中區農業改良場。彰化。台灣。

Asaoka, M., K. Okuno, K. Hara, M. Oba, and H. Fuwa. 1991. Effects of environmental temperature at the early developmental stage of seed on the characteristics of endosperm starches of rice (*Oryza sativa* L.). *Starch/Starke*. 1: 1-8

Chamura, S., H. Kaneco, and Y. Salto. 1979. Effect of temperature at ripening period on the eating quality---Effect of temperature maintained in constant level during the entire ripening period. *Jpn. J. Crop Sci.* 48: 475-482.

Gomez, K. A. 1979. Effect of environment on the protein content and amylose content of rice. In *Proceeding of the workshop on chemical aspects of rice grain quality*. p. 59-60. IRRI, Los Baños, Philippines.

Jennings, P. R., W. R. Coffman, and H. E. Kauffman. 1979. Grain quality. In *Rice Improvement*. p. 101-120. IRRI, Los Baños, Philippines.

Juliano, B. O. 1985. *Rice: Chemistry and Technology*. St. Paul, Minnesota, U.S.A. 774pp.

Juliano, B. O., C. M. Perez, S. BarBer, A.

B. Blakeney, T. Lwasaki, N. Shibuya, K. K. Keneaster, S. Chung, B. Laignelet, B. Launay, A. M. DelMundo, H. Suzuki, J. Shiki, S. Tsuji, J. T. Yama, K. Tatsumi, and B. D. Webb. 1981. International cooperative comparison of instrument methods for cooked rice texture. *J. Texture Studies* 12: 17-38.

Khush, D. S., C. M. Paule, and N. M. Del La Cruz. 1979. Rice grain quality evaluation and improvement at IRRI. In *Proceeding of the workshop on chemical aspects of rice grain quality*. p. 21-32. IRRI, Los Baños, Philippines.

Resurrecion, A. P., T. Hara, B. O. Juliano, and S. Yoshida. 1972. Effect of temperature during ripening on grain quality of rice. *Soil Sci. Plant Nutri.* 23: 109-112.

Tamaki, M. M., Ebata, T. Tashiro, and M. Ishikawa. 1989. Physoco-ecological studies on quality formation of rice kernel. I. Effects of nitrogen top-dressed at full heading time and air temperature during ripening period on quality of rice kernel. *Jpn. J. Crop Sci.* 58: 653-658.

Tashiro, T., and M. Ebata. 1975. Studies on white belly rice kernel. III. Effect of ripening conditions on occurrence of white belly kernel. *Proc. Crop Sci. Jpn.* 44: 86-92.

Tomar, J. B., and J. S. Nanda. 1984. Genetics of gelatinization temperature and its association with protein content in rice. *Z. Pflanzenuchtg* 92: 84-87.

Yoshida, S., and T. Hara. 1977. Effects of air temperature and light on grain filling of an indica and a japonica rice (*Oryza sativa* L.) under controlled environmental conditions. *Soil Sci. Plant Nutr.* 23: 93-107.

Abstract

Field experiments were conducted from the second crop season of 2001 through the second crop season of 2002 on the paddy fields at Agriculture Experimental Station of National Chung Hsing University. To investigate effects of several weed control methods on quality of rice cultivar Tai-Keng 9 in organic farming. Chemical and physical qualities of rice were investigated by laboratory analysis. Weed control measures had no significant effects on appearances of rice. The content of amylose and crude protein of rice were higher in the second crop than that in the first crop. Contents of crude protein in rice harvested from smoked rice hull and paper mulching plots were lower in the second crop of 2001. Contents of crude protein in rice harvested from soybean meal and rice bran treatments were higher in the second crop of 2002 than that from other treatments.

Keywords : weed control, rice quality, amylose, crude protein.