

環境與稻米品質¹

林文龍²

摘 要

稻米品質係由穀粒之物理化學性質所決定，而穀粒之物理化學性質，除受水稻品種特性之影響外，尚因栽培方法，水稻生育期間及儲存環境等之不同而發生變化。水稻品種本身之特性可以育種方法加以改良，而調整栽培管理方法，改善收穫後之處理及儲存時的環境亦可改良穀粒之物理化學性而提高品質。本文介紹水稻栽培管理方法、栽培環境，及收穫儲存之環境變化對米粒外觀，碾米性質、顆粒性澱粉及蛋白質含量等諸物理化學性之影響，並說明這些物理化學變化與稻米品質之關係。

前 言

稻米品質主要受碾米性質、米粒外貌及烹調與食用品質之影響。碾米性質係指碾米過程中可影響其糙米、白米及完整米率之因素；而米粒外貌即指米粒之大小、形狀、透明度、腹白、心白等。上述之各種特性，除受水稻品種影響外，尚因水稻栽培管理方法、栽培環境、收穫處理方式及儲存環境等之不同而發生變化。本文即在闡明環境與稻米品質之關係。

環境與栽培方法對米質之影響

水稻栽培方法包括生育期間之各種栽培管理如行株距、施肥量、施肥方法及栽培時期等，而栽培環境則指生育期間之溫度變化及日照強度等等。

(一)對腹白及米質之影響：

米粒之透明度影響其外觀，一般消費者喜歡米粒具有較透明之外觀，因而水稻米粒如有白粉色(chalkiness)時在市場上較不受消費者歡迎，且其在碾米時容易斷裂，因而降低完整米率。白粉色米粒之形成與水稻生長時葉片之狀況尤其與劍葉之完整性有關。水稻生長期間剪去劍葉則腹白之形成增加，尤其同時剪去與劍葉相臨之葉片時，其形成腹白更為嚴重⁽²⁵⁾。故在水稻生育期間如劍葉罹患病蟲害時，可能使腹白之形成增加。施用追肥及適度之遮蔭可減低腹白之形成及提高穀粒之充實，改善米粒之外觀因而提高品質。水稻成熟期之溫度對腹白之形成亦有關連，一般高溫可以增加腹白之形成，此種高溫影響腹白之形成以開花後20~30天遇高溫時最為顯著⁽²⁵⁾。日照與溫度對水稻穀粒之發育與成熟有促進之效果，但夜間如溫度過高會顯著增加腹白之形成，其原因係由消耗儲存養份及使養份失去平衡所致⁽¹⁷⁾。適宜之日平均溫度可以充實穀粒增加其重量，最適宜之日平均溫度因水稻之品種而有不同。一般秈稻

¹臺中區農業改良場研究報告第0027號。

²臺中區農業改良場技士。

³本文承蒙農業發展委員會中央農業加速發展(71-農建-4.2-產-082(2)-25)計畫經費補助之研習報告。

品種較稈稻所需者為高，例如籼稻IR20其最適溫度在19~25°C間，而稈稻品種Fujisaka 5則為16~22°C。平均溫度超過或低於最適宜之日平均溫度將促進腹白之形成。在成熟期如能在高日照強度並配合夜間之低溫則對水稻之成熟與穀粒之充實有所增進⁽²⁸⁾，表一說明日間溫度之不同對IR20及Fujisaka 5二水稻品種之穀粒重量及品質之影響。

表一、日間溫度對 IR20 及 Fujisaka 5 二水稻品種之穀粒重量及穀粒品質之影響⁽²⁸⁾

Table 1. Effect of day temperature on grain weight and grain quality of IR20 and Fujisaka 5 rices⁽²⁸⁾

日間溫度 ^a Day temperature (°C)	日平均溫度 Daily mean temperature (°C)	穀粒重量 ^b Grain wt. (mg/grain)	穀粒品質 Grain Quality	
			白粉色 Chalky (%)	青粒數 Green Grain (%)
IR20				
16	16	13.3 (82)c	87	3
22	19	15.9 (98)	7	21
28	22	16.2 (100)	12	11
34	25	15.0 (93)	82	2
Fujisaka 5				
16	16	22.4 (97)	10	0
22	19	23.2 (100)	2	0
28	22	22.8 (98)	14	0
34	25	18.7 (81)	99	0

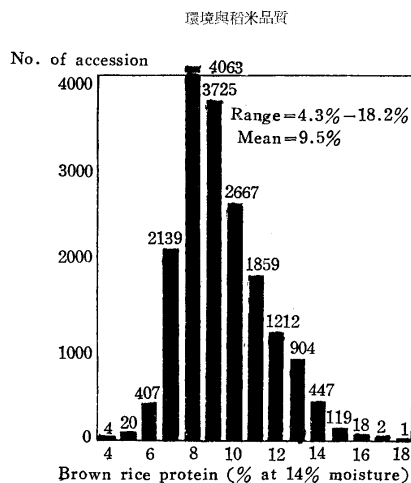
a 夜間溫度保持 16°C。

b LSD 值在 5%顯著水準時為 0.2。

c 括弧內之數值係以最高之數值為 100 時所求之指數。

(二)對蛋白質與米質之影響：

水稻為許多亞洲國家之主要食糧，估計約有30~80%之蛋白質係由水稻攝取。一般糙米之蛋白質含量為5%至15%而白米則為4.5%至14.3%。據國際稻米研究所收集世界17,587水稻品種進行分析糙米之蛋白質含量，其最高含量為18.2%而最低者為4.3%，平均則為9.5%，其分佈情形如圖一。Juliano⁽¹¹⁾分析臺灣37個水稻品種之白米蛋白質，結果其含量介於5~11%之間而平均為7.4%。由於蛋白質係重要之營養成份，因此研究如何增加水稻蛋白質含量曾倍受重視。育種學者企圖以育種方法提高稻米蛋白質之含量，增進稻米營養價值。水稻蛋白質之含量受環境之影響極大並與水稻之產量成負相關(表二)。一般水稻蛋白質之含量會影響米粒之硬度、煮飯時之粘性及色澤⁽¹³⁾。表三係Juliano⁽¹³⁾利用不同蛋白質含量之二種雜交後代品系進行食味品嚐測驗，結果發現蛋白質含量高者其煮成米飯後之彈性(tenderness)及粘性(cohesiveness)降低，顏色亦較差。但其中以彈性與粘性受影響較色澤為大。穀粒之大小亦與蛋白質含量有關，同一水稻品種穀粒小者蛋白質之含量較高，同時其硬度較強，碾米率增加⁽¹⁾。Onate等⁽¹⁹⁾亦指出同一水稻品種其蛋白質含量高者其穀粒硬度增加，對碾米率有所助益。



圖一、國際稻米研究所分析 17,587 個水稻品種糙米蛋白質含量分佈情形⁽¹⁰⁾。

Fig. 1. Frequency distribution of brown rice protein of 17,587 accessions in IRRI's world collection, dry season crop.⁽¹⁰⁾

表二、糙米蛋白質含量與稻穀產量之相關⁽¹⁰⁾

Table 2. Correlation coefficient between grain yield and brown rice protein content in replicated yield trials⁽¹⁰⁾

年代 year	乾季 Dry season		雨季 wet Season	
	參試數目 No. of entries	相關係數 Correlation coefficient	參試數目 No. of entries	相關係數 Correlation coefficient
	1973	232	-0.36**	184
1974	416	-0.13**	370	-0.47**
1975	301	-0.50**	276	-0.36**
1976	370	-0.24 ^{ns}	416	-0.15 ^{ns}

表三、二對照水稻品種及不同蛋白質含量之二雜交組合後代品系之米飯食味品嚐結果⁽¹³⁾

Table 3. Mean scores by a laboratory taste panel for cooked milled Rice y lines from two crosses differing in protein content and of two check Varieties⁽¹³⁾

品系或品種 Line or variety	蛋白質 Protein (% at 14% Moisture)	顆粒性澱粉 Amylose (% dry basis)	平均評分 ^a Mean taste panel score			
			彈性 Tenderness	黏性 Cohesiveness	顏色 Color	光滑 Gloss
			IR 1100-185-7 ^b	8.9	26.2	5.2
IR 1100- 89-2 ^b	10.9	23.1	4.5	3.2	2.2	4.0
IR 1103- 64-4 ^c	8.6	27.1	4.7	3.7	2.2	4.3
IR 1103- 15-8 ^c	11.4	25.2	3.5	2.0	1.8	3.7
IR 1103- 15-9 ^c	12.7	25.2	3.2	2.0	1.5	3.3
IR 8	9.7	26.0	3.7	2.7	1.5	4.0
BPI-76-1	9.8	26.2	5.2	4.5	2.8	5.3
LSD (5%)			1.6	1.4	1.3	1.3

註：a 係由 6 個人品嚐評分之平均以「1」表示性狀最差「9」最佳。

b 為 IR8×Rikute Norin 20.

c IR8×chow -sung.

水稻蛋白質含量在穀粒發育時，因受日照之強弱不同而發生變化，在強日照情形下，蛋白質有降低之傾向。水稻栽培時期及栽培期間之不同管理方法均能使蛋白質含量發生變化。Nanda等⁽¹⁸⁾在栽培週期試驗結果中指出以九月種植者之水稻蛋白質含量較其他月份為低。在栽培管理方法上如增加氮肥之施用量，調整施肥時期，採用寬行種植及施用其他藥劑如 s-triazines, Substituted urea類之殺草劑均可提高稻米中蛋白質含量。De Datta等⁽⁷⁾曾分別以寬行種植，使用殺草劑 Simetryne，增施肥料用量至 150 kg/ha，並分別在基肥與幼穗形成期施用，均可提高水稻蛋白質之含量，故施用化學藥劑與改善栽培方法可以提高蛋白質含量而不影響水稻之產量，或以育種方法提高 2% 之蛋白質含量不致影響水稻之產量與品質^(7,13)。

(三)對顆粒性澱粉之影響

顆粒性澱粉(amylose)為澱粉中之重要成份，其係由葡萄糖所結合而成之鏈狀結構(linear)與另外澱粉之重要成份 amylopectin 之分枝結構(branched)不同。一般水稻(糯米除外)顆粒性澱粉含量在 7~34% 之間，但在同一品種內可有 6% 之差異，可分為低(<20%)，中等(20~25%)及高(>25%)顆粒性澱粉等三種⁽¹⁰⁾。顆粒性澱粉含量之多少影響米飯之粘性、色澤、光滑性等，故其為決定煮飯後之粘性及色澤之重要因素。其與食味之相關列在表四。低顆粒性澱粉含量之品種其米飯較具粘性且色澤光滑，其吸水性與膨脹性較低，即顆粒性澱粉之含量與煮飯後之粘性、色澤、光滑性等呈負相關，而其與煮飯時水份之吸收，膨脹成正相關^(13,15)。水稻顆粒性澱粉含量，受栽培管理方法，生育期間及儲存時環境之影響而發生變化。水稻低顆粒性澱粉之品種如生育期間遇低溫會增加其顆粒性澱粉含量，但對高或中等顆粒性澱粉之品種則影響極微⁽²⁰⁾。不同的肥料量及不同之栽培時期，均會使顆粒性澱粉含量發生變化，但施肥方法對其則無影響⁽²⁰⁾。施肥量及施肥方法對顆粒性澱粉之影響如表五。施用氮肥會減少顆粒性澱粉之含量，而肥料之使用方法則無顯著之不同。碾米方法亦會影響顆粒性澱粉含量，例如用 McGill No. 3 碾米機所碾出之白米，其顆粒性澱粉之含量較用試管(Test tube mill)方法所碾出白米高約 1%。

表四、顆粒性澱粉含量與食用性質之相關⁽⁹⁾

Table 4. Relative correlation of eating quality of rice and it's amylose content⁽⁹⁾

食用性質 Eating quality	顆粒性澱粉含量 Amylose Content	
	水稻來至菲律賓 Variety in philippine by Juliano	水稻來至日本 Variety in Japan by kurasawa
	味道 Flavor	+0.104
黏性 Cohesiveness	-0.640**	-0.50*
顏色 Color	-0.712**	-0.50*
光滑性 Gloss	-0.581**	

表五、施肥量及施肥方法對顆粒性澱粉含量之影響⁽²⁰⁾

Table 5. Effects of rate and timing of nitrogen application on amylose content of rice⁽²⁰⁾

氮肥施用1號 ^b N-Application	顆粒性澱粉含量 ^a Amylose content			
	雨季 Wet season		旱季 Dry season	
	1973	1974	1974	1975
不施肥 Control	20.7	26.1	20.7	25.8
用作基肥 Basal	20.0	24.6	20.5	24.5
分施 ^c Split	19.8	24.3	20.0	24.4

註：a表內之數字係每期作4品種，3~4重複之平均。

b肥料用量雨季100 kg/ha，旱季150 kg/ha。

c肥料施用方法，雨季分次施用第一次用於基肥，第二次於幼穗形成期，旱季分三次分別為基肥，插秧後30天及幼穗形成期。

水稻收穫乾燥與碾米性質

碾米性質除受品種之特性影響外，收穫時期，乾燥方法是否適宜均可影響。一般長而細小之穀粒所碾出之米易斷裂，因而完整米率較低，圓而短之穀粒則可得較高之完整米率。在水稻栽培期間由於受栽培環境之影響能造成米粒之胴裂(crack)。胴裂除受環境影響外，水稻品種間亦有差別。Srinivas等⁽²⁴⁾以20個水稻品種進行試驗，結果發現其中之Halubbulu品種具有高抵抗胴裂之特性，而其餘的高產品種則易形成胴裂。水稻收穫期之早晚會影響穀粒內之水份含量，進而影響碾米性質。例如延遲收穫時，因含量過低，則碾米時所得之完整米率低。水稻開花後28至36天內收穫，此時穀粒內之水份含量在22%至24%之間，並使用機械法乾燥可得最高之水稻收穫量及最佳之碾米率⁽³⁾。又水稻穀粒本身具有吸收水份之特性，其由外界重吸收水份完全受環境因素而定。如果水稻在乾燥過程中，混合有水份含量不同之穀粒，則水份含量低者將從水份含量高者重吸收水份，此種結果易形成胴裂米(Fissure)，而此胴裂之稻穀在碾米時易遭斷裂，以致降低完整米率⁽¹⁴⁾。但Colderwood⁽⁶⁾指出混合穀粒之水份含量若在12%至22%間則不減低碾米時之完整米率。

儲存環境與米質

稻米儲存之條件不同時不僅其成份會發生變化，尤其在不適宜之環境下，其營養價值降低且食用後會危害人體之健康。在水稻生產過剩之國家，長期儲存而維持優良稻穀品質成爲重要之研究課題。水稻儲藏可分爲白米、糙米及未經加工之稻穀，其儲存方式有在陸上、水中、冷凍室或充入二氧化碳、氮氣等稻穀儲存期間其物理化學性發生變化，係由於儲存環境促使其組織之化學活力及酵素作用之結果。儲藏期間使穀粒發生變化可分爲穀粒本身之特性以及外在環境因素。穀粒本身之特性如糯稻因其組織較疏鬆及其顆粒性澱粉之關係，故較易吸收水份而不耐儲存。外在因素包括溫度、濕度及氧之供給情形。溫度之高低爲影響稻穀儲存期間品質變化之重要因素。一般高溫之情形下儲存稻穀會加速變劣。Villareal等⁽²⁶⁾以IR 1529-680-3，IR 480-5-9及IR24等水稻之糙米儲存於29°C及2°C之溫度經6個月測定其硬度及硬度指數(hardness index)，結果儲存於29°C之溫度下其硬度指數及完整米率增加(表六)。又稻米經儲存後其煮飯時之水份吸收，膨脹等增加而粘性色澤變差。以白米儲存于29°C時水溶性蛋白質降低，但以稻穀方式儲存或儲存于低溫2°C時則無變化。儲存之稻米會有腐敗異味發生，其原因係產生脂肪酸及羰(Carbonyl)化合物之結果^(4,26)經儲存後稻米之化學性質之變化情形如表七。破裂之穀粒過多則易引起腐敗。侵害稻穀主要由菌類，倉庫害蟲及鼠類。菌類之危害受水份含量、溫度及氧氣而定，一般情況低水份含量之稻穀可以減緩菌類之危害。穀粒中之水份含量減低1%或溫度降低華氏10°F時稻穀之生命可延長一倍之時間⁽⁸⁾確保儲存稻穀不受危害之穀粒最高含水量視穀粒種類、儲放地點、儲藏方法及時間之長短而定。在正常之溫度下，空氣中之相對濕度在75%時爲霉菌孢子(mould spores)生長之最低濕度⁽²⁷⁾。而某些菌類如Aspergilli則能生長於更低之濕度，細菌類則適合生長於較高之濕度下，一般此類微生物需要90%以上之濕度。Quebral等⁽²²⁾指出真菌類(Fungi)係在高濕(70~75%)及高溫(25~30°C)之狀況下發生，在低濕度下(58%)則無真菌類產生⁽²¹⁾水稻儲存因受濕度及水份含量影響甚大，在長期儲存下最佳之濕度應在65%以下而水份含量則10%以下⁽²⁷⁾。但如欲儲存一年則水份含量以9~12%爲宜⁽⁶⁾。稻米儲存期間會形成脂肪酸，此酸之形成與溫度及其水份含量有關。穀粒水份含量在13%以上時會促進脂肪酸之形成⁽¹⁶⁾。

表六、糙米儲存於 2°C 及 29°C 經 6 個月後之硬度指數及完整米之變化情形⁽²⁶⁾Table 6. Changes in head rice yield and hardness index of nonwaxy brown rice stored at 2°C and at 29°C for 6 months⁽²⁶⁾

水稻品種系 Rice	完整米率 Head rice yield (% milled rice)		硬度指數 ^a Hardness Index	
	2°C	29°C	2°C	29°C
	IR1529-680-3	15	64	36.5
IR 480-5-9	28	60	44.0	50.3
IR 24	79	72	41.4	44.9

註a：經Wig-L-Bug碾20秒後用80 mesh篩網篩後所留下粉末之百分率。

表七、稻米儲存於 2°C 及 29°C 經 6 個月後之化學性質變化情形⁽²⁶⁾Table 7. Some chemical properties of milled rices stored in various forms at 2°C and at 29°C for 6 months⁽²⁶⁾

水稻種類及 儲存形態 Type of rice and form stored	栽培季節 Crop season	脂肪酸 ^a Free fatty acid (mg KOH/100g)		Total Carbonylb (u moles/g)		水溶性蛋白質 ^c Water-soluble protein (%)		鹽溶性蛋白質 ^d Salt-soluble protein (%)			
		6個月 6 months		6個月 6 months		6個月 6 months		6個月 6 months			
		0月 0 month	2°C	29°C	2°C	29°C	2°C	29°C	0月 0 month	2°C	29°C
		一般水稻 nonwaxy									
白米 milled	旱季 dry season	—	7.8	16.7	—	—	—	—	—	0.87	0.84
白米 milled	雨季 wet season	6.9	14.5	31.2	0.99	1.70	0.21	0.18	1.17	0.81	0.79
稻穀 rough	雨季 wet season	6.9	4.6	4.6	0.14	1.0	0.20	0.22	1.17	0.81	0.82
糯米(e) waxy											
白米 milled	旱季 dry season	—	24.6	32.8	—	—	—	—	—	0.82	0.76
白米 milled	雨季 wet season	25.2	25.2	48.8	1.26	1.82	0.24	0.9	1.08	0.67	0.58

a. LSD(5%)≤1.2mg。

b. LSD(5%)≤0.16。

c. LSD(5%)≤0.01%。

d. LSD(5%)≤0.08%。

e. 每期一種水稻。

水稻儲存期間受穀類害蟲之侵襲，其侵襲之程度與穀粒之大小物理化學性及穀殼之緊密有關。穀殼緊密者較具抗蟲類之危害，而穀殼之厚度與蟲蛀率無顯著之相關存在^(2,6)。又穀粒之重量及大小與害蟲之侵襲有關，其較喜侵害重且大之穀粒⁽¹²⁾。故一般細長之秈稻品種在儲存期間蟲蛀率發生較低。水稻受蟲蛀與表皮之含油量有關，糙米儲存時害蟲發生數量較多，因蟲類侵害穀粒時需要脂肪(fat)供其代謝作用。顆粒性澱粉之含量與Alkali spreading values影響害蟲之發生。此兩種化學性質與蟲類生長呈負相關，但蛋白質含量則無相關存在⁽²³⁾。Juliano⁽¹²⁾在其報告中指出由於水稻栽培及育種技術之提高，導致許多國家之水稻生產除自給

自足外尚有剩餘，因此儲存期間減低損失就成爲重要之研究問題，而育成抗倉庫害蟲之侵襲品種成爲一重要減低儲存期間稻穀損失之重要方法，雖育成緊密之穀殼品種可以減低蟲害之損失，但此種育種目標相當困難，且育成緊密穀殼之品種在碾米時不易去殼。增加稻米之硬度可以抗蟲柱之危害，提高完整米率，然硬度在育種過程中不易測定，因此育種計畫中研究如何測定穀粒之硬度，及其與品質諸因素間之相關關係，以減低倉儲期間之蟲害發生極爲重要。

參考文獻

1. 長戸一雄、江幡守衛、石川雅士 1972 米粒の蛋白質含量に關する研究。日作記：472-497。
2. Abraham, C. C. and M. J. Thomas. 1969. The relation between some grain characters and insect infestation in stored rice. *Agric. Res. J. kerala* 7:130-131.
3. Bal, S. and T. P. Otha. 1975. Determination of biological maturity and effect of harvesting and drying conditions on milling quality of paddy. *J. Agric. Engineering Res.* 20:353-361.
4. Bolling, H. C., G. Hampel and A. W. Elbaya. 1978. Studies on storage of milled rice for a long period. *F. O. Chem. No. 3.* 4327.
5. Breese, M. H. 1960. The infestibility of stored paddy by *Sitophilus Sasakii* and *Rhyzopertha Dominica* (F). *Bull. Entomol Res.* 51:599-630.
6. Colderwood, D. L. 1979. Blending rice at different moisture contents. Paper 79-3552, ASAE winter meeting Dec 11-14, New Orleans, LA.
7. De Datta, S. K., W. N. Obcemea and R. K. Jana. 1972. Protein content of rice grain as affected by nitrogen fertilizer and some triazines and substitute ureas. *Agron. J.* 64:785-788.
8. Herrington, J. F. and J. E. Douglas. 1970. Seed storage and packaging, National Seeds Corporation Ltd. In cooperation with the Rockefeller Foundation, New Dehli. P222.
9. Juliano, B. O. 1966. 4th International Cereal and Bread Congress, Vienna, May 22-27.
10. International Rice Research Institute. 1979. Proceedings of the workshop on chemical aspects of rice grain quality p.59-65.
11. Juliano, B. O. 1980. Quality characteristics of milled rice grown in different countries. IRPS. No. 48 March p.1-9.
12. Juliano, B. O. 1981. Rice grain properties and resistance to storage insects. IRPS No. 56. January p1-9.
13. Juliano, B. O., Luzu onate, M. Angelita and M. Del Mundo. 1972. Amylose and protein contents of milled rice as eating quality factors. *The Philippine Agriculturist.* Vol. Lv1 No. S1, and 2.
14. Kunze O. R. 1977. Moisture adsorption influences in rice. *Journal of food process engineering.* 1:167-181.

15. Kurasawa Humio, Yoshiasu Kanauti, Koji Takei, Shiroshi Ogawa, Tetsutaro Okhe, Toshiro Hagakawa and Ikuo Igaue. 1972. Eating quality, rheological property and amylose content of starch. *Agr. Biol. Chem.* 36: 1809-1813.
16. Majumder. S. K. 1972. What constitutes loss, In: Proc. Seminar on post harvest technology of cereals and pulses, Indian National Science Academy, Indian Council of Agricultural Research, Council of Scientific and Industrial Research and Food Corporation of India, New Dehli, Dec. 21-23 p207-210.
17. Nagato R. K. and Morie Ebale. 1960. Effects of temperature in the ripening period upon the development and qualities of lowland rice kernels, *Proc. Crop Sci. Soc. Japan.* Vol XxIII, No. 3. March. P.275-278.
18. Nanda, B. B., C. Sreed Haran, V. K. Vamadeuan and S. B. Lodh. 1976. Effect of periodical planting on protein, amylose and yield of rice. *Oryza.* 134:37-42.
19. Onate, L. U. M. Angelila, M. Del Mundo and B. O. Juliano. 1964. Relationship between protein content and eating quality of milled rice. *The Philippine Agri-culturist.* 47:441-444.
20. Paules C. M. 1977. Variability in amylose content of rice. M. S. thesis University Philippines Los Banos 82P.
21. Prayoon Sawangsah. 1969: Microflora of rice and its control. Ms. desertation, University of Mysore.
22. Quebral F. C. 1976. Microorganisms, rice post technology. International Deve-lopment Research center. Ottawa, Canda. P147-152.
23. Route. G., G. Senarati and T. Ahmed. 1976. Studies on relative susceptibility of some high yielding varieties of rice to the rice weevil, *sitophilus Oryzae L.* *Bull. Grain Technol.* 14:34-38.
24. Srinivas T., M. K. Brashyam, M. Mahadevappa and H. S. R. Desikachar. 1977. Varietal differences in crack formation due to weathering and wetting stress in rice. *Indian J. Agric. Sci.* 47:27-31.
25. Tashro, T. and Morie Ebata. 1974. studies on white-Belly Rice kernel II Locatin on the panicle on occurrence of white belly. *Proc. Crop Sci. Soc. Japan* 43:105-110.
26. villareal A. M., A. D. Resurreccion, L. B. sujuki and B. O. Juliano. 1976. Changes in physiochemical properties of rice during storage. *Die stake* 28 Jabrg (1) Nr. 3.
27. Yeshayahu pomeranz. 1974. Biochemical functional and nutritional changes during storage, storage of cereal grains and their products. *American Association of Cereal Chemists, Minnesota* p 59.
28. Yoshida S. and Tetsuo Hana. 1977. Effect of air temperature and light on grain filling of an Indica and Japonica rice under controlled environmental conditions. *Soil Sci. Plant Nutr.*, 23:93-107.

Effects of Environmental Factors on Rice Quality¹

Wen-Long Lin²

ABSTRACT

Rice quality is determined by the physicochemical properties of rice grain which usually depends on grain appearance, milling quality, amylose, and protein content etc. These are the characteristics of rice varieties but are also influenced by the cultural practices as well as the environmental factors during the grain filling stage and storage period. The relationship among environmental factors and the physicochemical properties of rice grain including grain appearance, milling quality, amylose and protein content are discussed.

¹Contribution No. 0027 from Taichung DAIS.

²Assistant Agronomist of Taichung DAIS.