栽培環境及品種對稻米碾米品質與物化性質影響之研究

盧訓[1]　宋勳[2]　吳淑靜[1]

摘　　要

三個稉稻品種(臺南9號、臺農67號及臺農70號)之碾米品質及物化特性是受到三個不同地點(吉安、大村及義竹)之生長環境所影響。

由結果指示出蛋白質含量、還原糖、總澱粉含量及所有稻米品種之碾製率稍受生長環境影響。蛋白質含量之範圍從6.56到8.87%，還原糖含量範圍從0.5到0.8%，而總澱粉含量範圍從75.27至81.42%，完整米率、鹼性擴散及直鏈澱粉含量在三個稻米品種間有稍微變化。

三個稉稻品種爲屬於低直鏈澱粉含量(小於20%)及低膠化溫度範圍(小於70℃)。運用Brabender Visco/Amylo/Graph測定儀所測得之米糊化特徵，顯示出在不同之生長地點下的米粉其黏度下降值(BD)及黏度回升值(SB)爲不規律變化。

前　　言

目前，在臺灣地區並未建立起一套完整的稻米分級(類)收購與銷售制度。在一般大眾消費型態而言，總希望能購得透明亮晶的良質米。就碾製加工業者而言，希望所購得之稻穀能碾出較多量之糙米率且再碾成白米後也能得到較高的白米率及完整米率，並能在市場上佔有一席之地。以食品加工業者而言，期望將白米變成更富變化及多花樣的各類米食點心，因此在品種篩選及其特性之研究是重要的。

根據宋[(1)]研究，將稻米品質歸納成碾米品質、米粒外貌、烹調與食用品質等三大類。其中，就碾米品質而言，除受稻米品種本身特性，如白米外觀及糠層厚薄等，亦受到外界環境因素之影響。諸如：成熟期之溫度、施肥法、收穫期、收穫方式、乾燥技術及貯藏方式[(10,13,19)]等。

掘末[(2)]在研究報告中提及稻米之品種特性及品質，因生產地區、成熟期的日夜溫差及栽培管理等環境因素之影響尤爲顯著。而在一系列的文獻報告[(7,8,9,15)]中，一致顯示出環境因子對於米粒之蛋白質(protein)及直鏈澱粉(amylose)含量的影響相當顯著。

本試驗研究目的即在於探討不同之栽培環境對於稻米的碾製品質及品種間的物化性質所造成的變異。供有關單位作爲釐定稻米品質及分級上的參考。

[1]國立中興大學食品科學系教授及研究生。
[2]臺中區農業改良場副研究員兼課長。

材料與方法

一、試驗材料：

以臺南9號、臺農67號及臺農70號三個稉稻品種供試，於76年第一期作分別在花蓮縣吉安鄉、彰化縣大村鄉及嘉義縣義竹鄉等三地點栽培及收穫，收穫之稻穀的水分均調製在12~14%。

二、試驗方法：

(1)碾米品質(milling quality)測定：

取125公克稻穀樣品，採用Satake testing husker脫穀，以McGILL Miller #3去糠，並且用Rice sizing machine篩選斷裂米，以測定糙米(brown rice)、白米(total milled rice)及完整米(head rice)百分率[6]。所得之數據利用統計分析系統(Statistic analysis system, SAS)之變方分析(analysis variance, ANOVA)程序做Duncan’s Multiple Range Test (DMRT)而後做平均值比較[23]。

(2)米粉之製備：

米粉(rice flour)是使用Straub Model 4E Grinding Miller將白米粒碾成細粉末，再通過60 mesh篩網而獲得。

(3)化學特性分析：

a.蛋白質(protein)含量測定：

採用AACC46-13的Semi-micro-kjeldahl方法測定[5]。

b.直鏈澱粉(amylose)含量測定：

依Juliano[16]的樣品處理，採用quantitative amylose determination自動分析儀測定直鏈澱粉含量。

c.鹼性擴散值(alkali spreading value)之測定：

採改良之Litter *et al*[17]之方法，將6顆完整之白米加入1.6% KOH溶液10毫升，在30℃培養箱中浸泡23小時，觀察其膨脹溶化情形並加以記錄。

d.還原糖(reducing sugar)含量測定：

採用改良之Gaine及Mitchell[11]之方法，利用Anthrone試劑呈色，並在吸收光譜620 nm波長下測定O.D值，再推算出還原糖之含量。

e.總澱粉(total starch)含量測定：

採用Hodge及Hofreiter[13]之方法，在吸收光譜620 nm波長下測定O.D值，再推算出總澱粉含量。

(4)物理性質分析：

a.膠體軟硬度(gel consistency)測定：

採Cagampany *et al*[10]之方法，抽取100毫克米細粉末，加入指示劑，瑞香酚藍(thymol blue)及0.2 N之氫氧化鉀(KOH)溶液，加熱沸騰10分鐘，再冷卻30分鐘，記錄其長度。

b.米粉膠化溫度及黏度變化特性之測定：

使用Brabender Visco/Amylo/Graph測定儀，做稻米品種之連續黏度趨勢分佈探討。

8%乾物重(w/v)之米粉懸浮溶液，放入不銹鋼的特製容器內，再置於儀器中，由50℃開始加熱，每分鐘上升1.5℃，一直加熱到95℃共計30分鐘，而在95℃下維持30分鐘，再冷卻到50℃計時30分鐘，最後再保持50℃ 30分鐘。儀器上之旋轉速度維持在75 rpm，並且使用700 cmg cartridge，黏度大小均以Brabender單位(Brabender Unit, B. U.)表示之[9]。

結果與討論

一、栽培地點與碾米品質之表現：

三個稉稻品種在不同試驗地區，其碾米品質之比較，可由表一得知臺南9號之碾糙率以義竹試區稍高，而完整米率方面，則以吉安試區所得稍高。臺農67號之碾糙率及完整米率以義竹試區爲高，而大村試區唯有白米率所得稍高。臺農70號之碾糙率以義竹試區所得稍高，完整米率則以大村試區爲高。

綜合三個地點之產米比較這三個不同稉稻品種之各項碾米性質獲知，臺南9號比臺農67號及臺農70號之碾糙率及完整米率獲得較高。而臺農67號其白米率較其他兩品種稍低，但三個品種間無顯著差異。

表一　供試三品種在三栽培地點碾米品質之表現

Table 1. The milling quality of three rice varieites grown at three localities.

Variety	Locality	Milling quality		
		Brown rice rate (%)	Total milled rice rate (%)	Head rice rate (%)
Tainan No. 9	Chian	82.24[b1]	70.28[a]	61.00[a]
	Tatsun	82.60[ab]	70.50[a]	60.50[b]
	Yichu	82.97[a]	70.30[a]	60.60[b]
	Mean	82.60	70.36	60.70
	CV (%)	0.44	0.17	0.43
Tainung No. 67	Chian	82.32[a]	68.88[a]	58.60[b]
	Tatsun	80.60[b]	69.85[a]	55.88[c]
	Yichu	82.88[a]	69.20[a]	60.10[a]
	Mean	81.93	69.31	58.19
	CV (%)	1.45	0.71	3.68
Tainung No. 70	Chian	80.52[c]	70.28[a]	60.60[b]
	Tatsun	81.28[b]	70.50[a]	62.14[a]
	Yichu	81.92[a]	70.30[a]	56.20[c]
	Mean	81.24	70.36	59.65
	CV (%)	0.86	0.17	5.17

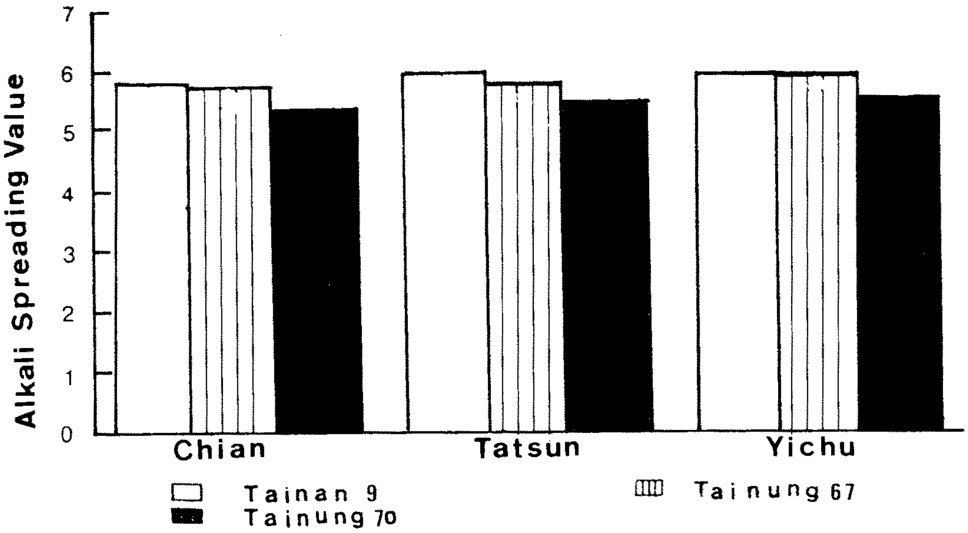
[1] Means in each column with the same letter are not significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test.

Mccall *et al*[19]亦曾提出環境(即稻米之生長區域)及不同的稻米品種兩者均對於碾米品質會造成影響。又郭、劉[3]等報告期作及區域環境均會影響到稻米之碾米品質及其物、化性質。

二、栽培地點與鹼性擴散度之表現：

目前最簡易測試米粒之膠化溫度，通常以鹼性擴散度來推定，當米粒受到鹼液侵蝕而膨脹溶解之程度愈顯出。數字愈大，代表膠化溫度愈低[14,17]。

由圖一顯示在鹼性擴散程度上，於品種間的比較，發現以臺農70號鹼性擴散值較小於臺南9號及臺農67號，再由表二所呈顯以Brabender Visco/Amylo/Graph直接測試之膠化溫度平均值，以臺農70號爲69℃較其他兩品種爲高，由此可知，上述兩項分析結果符合。就各品種之鹼性擴散平均值在不同的栽培地點之變化趨勢而言，差異並不大。



圖一　供試三品種在三栽培地點之鹼性擴散程度表現

Fig. 1. Alkali spreading value of three varieties grown at three localities. All values represent the mean ± S.D.

表二　三栽培地點之米的糊化特徵表現

Table 2. The pasting characteristics of rices grown at three localities

Variety	Locality	Gel-Temp. (℃)	Amylose[1] Content (%)	Viscosity[2] (B. U.)				
				P	H	C	BD	SB
Tainan No. 9	Chian	68.50	19.44	415	290	615	125	200
	Tatsun	69.50	18.73	340	250	520	90	180
	Yichu	68.00	19.02	430	290	595	140	165
	Mean	68.67	19.06	395	277	577	118	182
	CV(%)	1.11	1.87	2.07	8.35	8.65	21.70	9.65
Tainung No. 67	Chian	68.50	18.44	468	300	620	168	1521
	Tatsun	68.00	18.59	503	320	678	183	175
	Yichu	68.00	18.62	480	315	660	165	180
	Mean	68.17	18.55	484	312	653	172	169
	CV(%)	0.42	0.52	3.67	3.34	4.55	5.61	8.84
Tainung No. 70	Chian	69.00	17.39	455	300	630	155	175
	Tatsun	69.00	17.67	510	310	635	200	125
	Yichu	69.00	18.02	440	320	635	120	195
	Mean	69.00	17.69	468	310	633	158	165
	CV(%)	0.00	1.78	7.87	3.22	0.46	25.38	21.85

[1] Data are presented on dry basis.

[2] P=Peak viscosity.

H=Hot paste viscosity, *i.e.*, the viscosity holding at 95℃ for 30 mins.

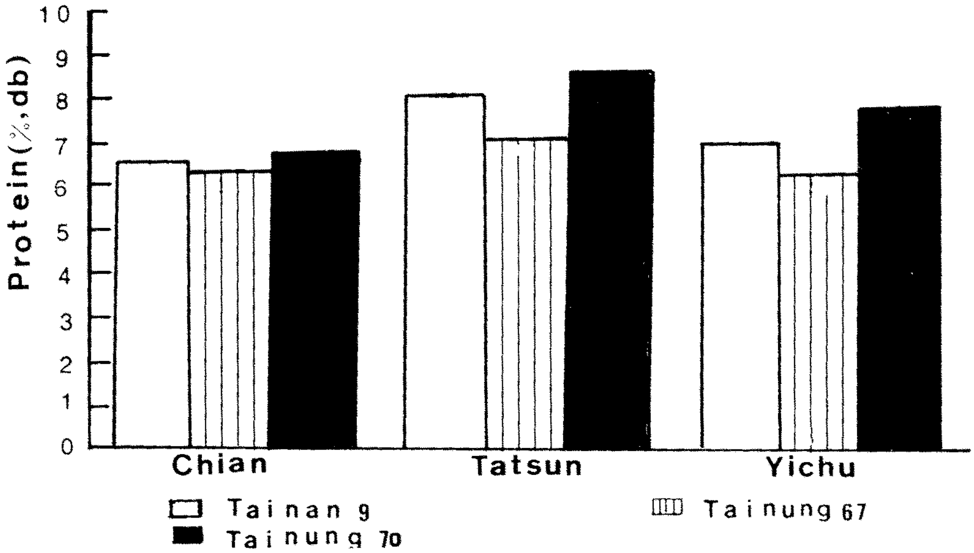
C=Cold paste viscosity, *i.e.*, the viscosity being cold to 50℃.

BD=Breakdown: P-H.

SB=Setback: C-P.

三、栽培地點與蛋白質含量之表現：

不同栽培環境可能影響稻米化學成份之含量，此栽培環境包括了：土壤、稻穀成熟期間之溫差及施肥法等[3,11,15,21]。由圖二可知，蛋白質含量在三個不同品種間之範圍是6.56到8.87%，其中以臺農70號之蛋白質含量在三個試區的表現均高於其他品種，在各品種間比較蛋白質之平均含量，是以臺農70號於三個栽培試區所呈值爲7.74%高於臺南9號7.15%及臺農67號6.56%。



圖二　供試三品種在三栽培地點之蛋白質含量表現

Fig. 2. Protein content of three varieties grown at three localities. All values represent the mean±S.D.

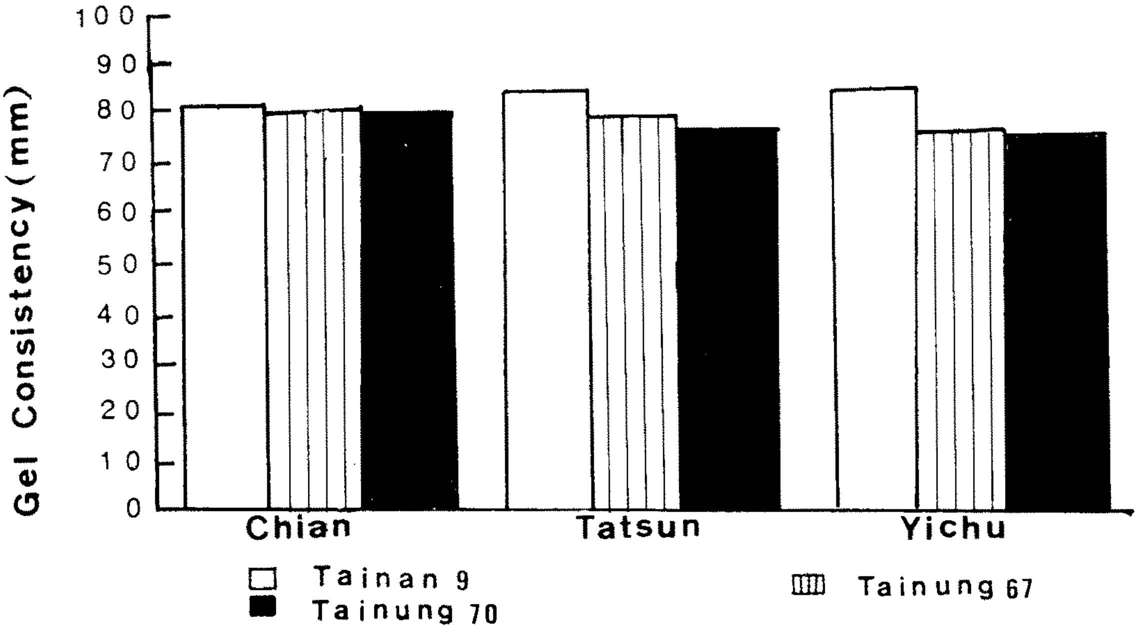
在大村及義竹試區之各品種的蛋白質綜合表現(即平均值)則以臺農70號之含量爲高，其次爲臺南9號，而臺農67號則爲最低。而吉安試區三種稻米之蛋白質含量雖然仍以臺農70號爲最高，但三個品種間未有太大差異。就試區間之變化趨勢而言，是以大村試區所生產之粳稻品種其蛋白質含量較其他兩試區爲高。

四、栽培地點與膠體軟硬度之表現：

由於米粒之膠體軟硬度(gel consistency)爲另一項重要之米質特性而本試驗結果由圖三發現三個品種之膠體展流長度在不同試區呈臺南9號>臺農67號>臺農70號，惟其差異並不顯著。Resurreccion *et al.*[21]提出在人工控制之環境下，發現IR-20及Fujisaks 5兩品種米粒之膠體軟硬度受穀粒生長發育期溫度之影響並無規則可循。因此環境因子對於米粒膠體軟硬度之影響並不大，而不同品種間之變化較明顯，有差異存在。

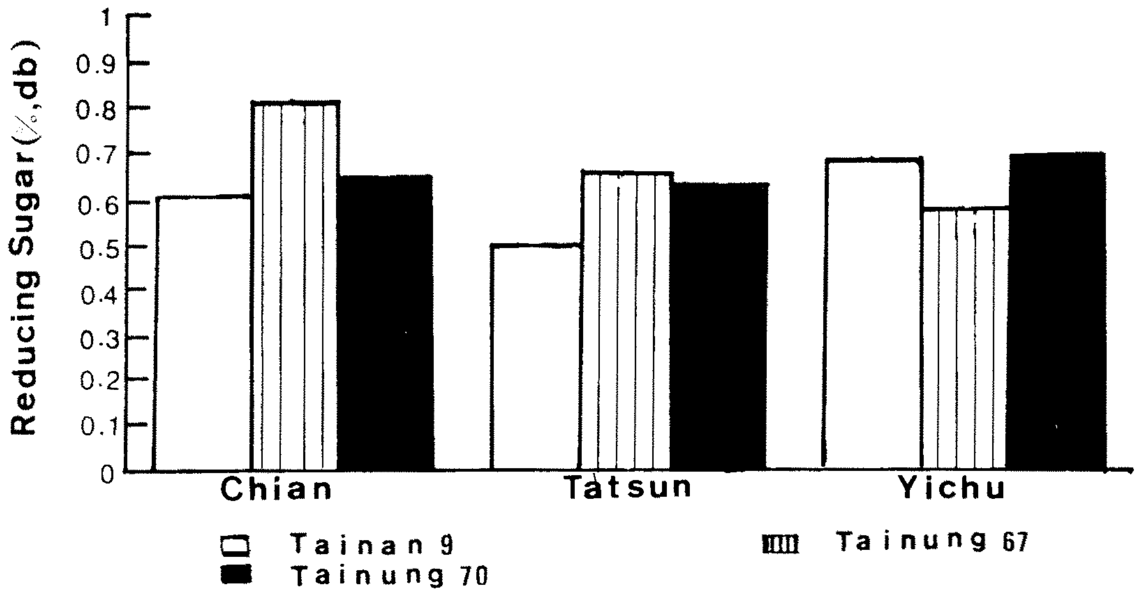
五、栽培地點與還原糖含量之表現：

由圖四結果發現，還原糖含量在三個不同品種之範圍是0.5到0.8%，其中以臺農67號之還原糖含量在三個試區之表現高於其他兩品種，獲知臺農67號在三個栽培試區所呈之平均值爲0.69%高於臺農70號0.66%及臺南9號0.61%。在吉安及大村兩試區，以臺農67號之還原糖含量爲高，而義竹試區則以臺農70號含量稍高。在試區變化趨勢爲大村<義竹<吉安試區。



圖三 供試三品種在三栽培地點之膠體軟硬度表現

Fig. 3. Gel consistency of three varieties grown at three localities. All values represent the mean± S.D.

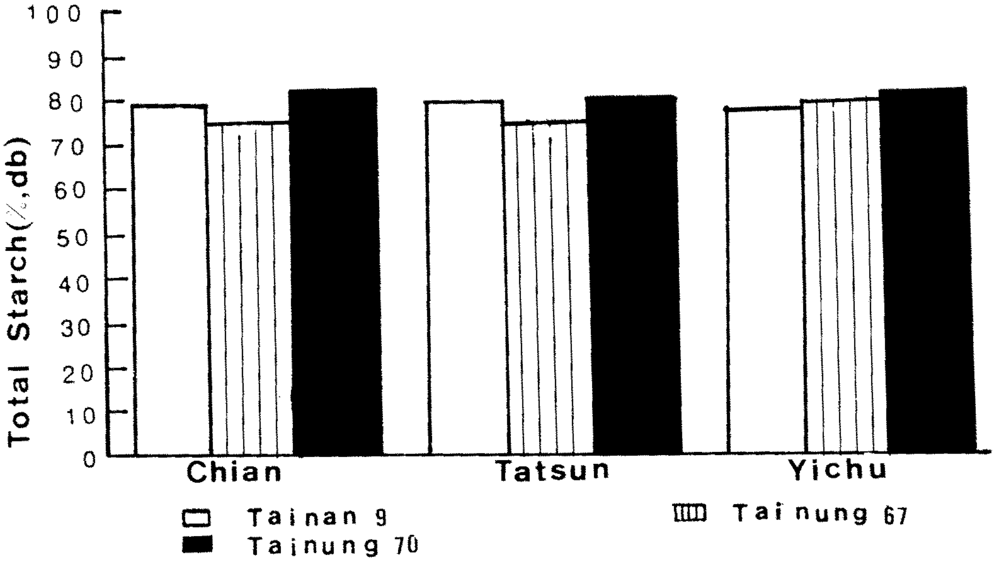


圖四 供試三品種在三栽培地點之還原糖含量表現

Fig. 4. Reducing sugar content of three varieties grown at three localities. All values represent the mean± S.D.

六、栽培地點與總澱粉含量之表現：

一般禾穀類作物，成熟的穀粒中澱粉約佔乾重之75~90%[4]。本研究結果圖五發現三個稉稻品種之總澱粉含量範圍是在75.27到81.42%之間，其中又以臺農70號含量爲高。在試區的變異趨勢而言以吉安試區較其他兩試區爲大。在吉安及義竹兩試區是以臺農70號所含之總澱粉含量爲高，而大村試區則以臺南9號稍高。



圖五　供試三品種在三栽培地點之總澱粉含量表現

Fig. 5. Total starch content of three varieties grown at three localities. All values represent the mean±S.D.

七、三個不同栽培地點的米糊化之特徵表現：

稻米品種的不同，所呈現之米糊化特徵就各異之。一般而言，膠化溫度(Gelatinization temperature)可作爲食用米烹調與加工難易程度的指標[8,20]。Beachell及stansel[7]依膠化溫度作爲稻米品種特徵上的分類標準，若低於70℃則爲低等膠化溫度範圍品種，介於70~74℃爲中等膠化溫度範圍品種，等於或高於75℃則是高等膠化溫度範圍品種。由表二可知，三個稉稻品種均屬於低等膠化溫度範圍之品種。

由表二可知，三個稉稻品種所含之直鏈澱粉量均屬於低直鏈澱粉含量範圍之品種(<20% amylose content)。以臺南9號之平均直鏈澱粉含量19.06%爲高，其次爲臺農67號爲18.55%，最低爲臺農70號爲17.69%，由此可見不同之品種間有差異存在。

Cagampang *et al*.[10]及Rosario *et al*.[22]提出穀粒成熟期之溫度有影響到米粒之直鏈澱粉含量，低溫可導致米粒有較高之直鏈澱粉含量。Gomez[11]引述Paule報告指出，低直鏈澱粉含量之品種，其直鏈澱粉含量之品種，其直鏈澱粉含量會隨溫度降低而升高。臺農67號及臺農70號兩者在不同之環境下的直鏈澱粉表現，有一致的趨勢吉安<大村<義竹試區。

由表二顯示出不同之稻米品種的黏度分佈值之變化，以臺南9號所呈之波峰黏度(peak viscosity)平均值395 B.U.最低，而臺農67號所呈之波峰黏度平均值是484 B.U.爲最高。在加熱的過程中，保持95℃　30分鐘狀態並不是很穩定，因此所呈現之黏度下降值(breakdown, BD)

均不規則，其中以臺南9號之BD平均值是118 B.U.爲最低，而臺農67號之BD平均值達172 B.U.爲最高。冷卻到50℃之黏度增加值減去波峰黏度值。可得到一黏度回升值(setback, SB=C-P)，以臺南9號之SB平均值達182 B.U.爲高，其次爲臺農67號，其SB平均值爲169 B.U.；最低則是臺農70號，其SB平均值爲165 B.U.。Beachell *et al*.[7]及Mazurs *et al*.[18]提出"setback value"可以反映出澱粉老化(retrogradation)特徵可當作篩選爲加工用途之稻米品種系的參考引索。

以栽培環境對於各個品種之黏度分佈值之影響，由結果可知，大村試區除了臺南9號之波峰黏度值(P)低於其他兩試區外，臺農67號及臺農70號兩個品種在該試區所呈之P値較義竹及吉安試區爲高。而臺南9號所受栽培環境因素之變異性均較臺農67號及臺農70號爲小。就黏度下降值(BD)而言，大村試區除了臺南9號所呈現之BD值爲90 B.U.低於其他兩試區外，就臺農67號及臺農70號所顯示之BD值均較吉安及義竹試區爲高。其中，以臺農67號受栽培環境之變異影響較小。在黏度回升值(SB)之方面之變化，較無規律性。臺南9號以吉安試區所呈之SB值較高，而臺農67號及臺農70號則以義竹試區所呈現之值爲高。其中，又以臺農67號受到栽培環境之變異影響較小。

參考文獻

1. 宋勳　1978　稻米品質劃分之可行性　臺灣農業 14:178-183。
2. 掘末登　1983　稻米之米質改良、檢定、分級及運銷(上)　臺灣農業 19:24-40。
3. 郭益全、劉清、卜瑞雄、鐘德月　1985　栽培地點與稻米品質性狀之表現　中華農業研究 34:135-144。
4. 戴國興、朱鈞　1981　穀類作物種子之充實　科學農業 29:15-19。
5. A. A. C. C. Approved Method. 1961. Nitrogen: 46-13. American Association of Cereal Chemists.
6. Barber, A. S., and C. B. De Barber. 1979. Outlook for rice milling quality evaluation systems. In Proceedings of rice grain quality. p. 231-249. IRRI. Los Banos Philippines.
7. Beachell, H. M., and J. W. Stansel. 1961. Abstr. Symp. Papers, 10th Pacific Sci. Congr. p. 23.
8. Bhattacharya, K. R. 1979. Gelatinization temperature of rice starch and its determination. In Proceedings of the workshop on chemical aspects of rice grain quality. p. 231-249. IRRI. Los Banos, Philippines.
9. Bhattacharya, K. R. and C. M. Sowbhagya. 1979. Pasting Behavior Rice: A new method of viscography. J. Fd. Sci. 44:797-804.
10. Cagampang, G. B., C. M, Perez, and B. O. Juliano. 1973. A gel consistency for eating quality of rice. J. Sci. Fd. Agri. 24:1589-1594.
11. Gaines, T. P, and G. A. Mitchell. 1979. Chemical methods for soil and plant analysis. In Agronomy Hand book. No. 1 P. 79. University of Georgia Coastal Plain Experiment Station.
12. Gomez, K. A. 1979. Effect of environment on the protein content and amylose content of rice. In Proceedings of the workshop on chemical aspects of rice grain quality. p. 59-60. IRRI. Los Banos, Philippines.
13. Hodge, T. E., and B. T. Hofreiter. 1962. Determination of reducing sugars and carbohydrates. In Methods Carbohydrate Chemisty. Vol 1. P. 386-390.

14. Juliano, B. O., E. L. Albano, and G. B. Cagampang. 1964. Variability in protein content, amylose content and alkali digestibility of rice varieties in Asia. Philippine Agriculturist. 48:475-482.
15. Juliano, B. O., G. M. Bautista, J. C. Lugay, and A. C. Reyes. 1964. Studies on the physicochemical properties of rice. Agric. and Fd Chem. 12:131-138.
16. Jullano, B. O. 1971. A simplified assay for milled rice amylose. Cereal Sci. Today 16:334-340.
17. Little, R. R., G. H. Hilder and E. H. Dawson. 1958. Differential effect of dilute alkali on 25 varieties of milled white rice. Cereal Chem. 35:111-126.
18. Mazurs, E. G., T. J. Schoch, and F. E. Kite 1957. Graphical analysis of the Brabender viscosity curves of various starches. Cereal Chem. 34:141-148.
19. Mc call, E. R., J. F. Jurgens., C. L. Hoffpauir., W. A. Pons., S. M. Stark., A. F. Cucnllu., D. C. Cirino, and M. D. Mrray 1953. Evaluating the milling, cooking and processing characteristics required of rice varieties. J. Agr. Fd Chem. 1:988-993.
20. Nishita, K. D, and M. M. Bean 1979. Physicochemical properties of rice in relation to rice bread. Cereal Chem. 56:185-189.
21. Resurreccion. A. P., T. T. Hara., B. O. Juliano, and S. A. Yoshida. 1977. Effect of temperature during ripening of grain quality of rice. Soil Sci. Plant Nutr, 23:109-112.
22. Rosario, A. R., V. P. Briones., A. J. Vidal, and B. O. Juliano 1968. Composition and endosperm structure of developing and mature rice kernel. Cereal Chem. 45:225-234.
23. SAS Institute. 1979. SAS USER’S Goide SAS Institute Inc. Raleigh, No.

Effect of Cultivated Locations on the Milling Quality and Physicochemical Properties of Rice

S. Lu[1], S. Song[2] and S. C. Wu[1]

ABSTRACT

The milling quality and the physicochemical properties of three Japonica rice (Tainan 9, Tainung 67 and Tainung 70) were influenced by the grown environment at the three diffferent locations (Chian, Tatsun, and Yichu).

The results indicated that the protein content, reducing sugar, total starch content and the milling percentage of all rice varieties were affected by the grown environment slightly. The protein contents ranged from 6.56 to 8.87%, the reducing sugar ranged from 0.5 to 0.8%, and the total starch contents ranged from 75.27 to 81.42%. The whole milled rice yield, alkali spreading and the amylose content showed a little changes among the three rice varieties.

Three Japonica rice varieties belong to low amylose content (less than 20%), and low gelatinization temperature range (less than 70℃). The pasting characteristics of rice determined by using the Brabender Visco/Amylo/Graph, they had showed that the viscosities of the break down (BD) and set back (SB) of rice flours changed irregularly at different grown locations.

[1]Professor and and graduate student of Department of Food Science, National Chung-Hsing University, respectively.
[2]Associate Agronomist and Head of Crop Improvement Division of Taichung DAIS.