

不同稻米品種之食用品質與化學性質之關係

劉慧瑛 林禮輝 宋勳 洪梅珠

農業試驗所、臺中區農業改良場

摘 要

國人口味偏好低直鏈澱粉稻米品種，而長粒型秈米（臺中秈3號）雖然與粳米同為低直鏈澱粉品種，但其粗蛋白質、胺基酸組成、單位蛋白質含硫量、水溶性醣、游離糖含量均類似高直鏈澱粉秈米；不過其米粉浸水後膨脹體積及蒸煮液碘呈色比（O.D. 620/520）則與粳米相近。越光為粳米品種，食味較秈米佳，但其蛋白質含量甚高，近似秈米；分析其單位蛋白質含硫量則低於秈米及長秈米，可見蛋白質組成亦可能為影響食味之因子。又越光與其他粳米相同，含有較多量的水溶性醣、游離糖及水溶性蛋白質；浸水膨脹體積大而蒸煮液碘呈色比小，即蒸煮液之溶出物中含有較多的黏膠性澱粉（amylopectin）。

就同一品種米而言，蛋白質、脂肪、礦物質含量較低而水溶性醣及直鏈澱粉量較高者食味較佳。再碾白及水洗可減少蛋白質、脂肪、礦物質量有助於提高食味，但營養價值減低。水溶性蛋白質量與黏膠性澱粉量有密切關係。蛋白質及直鏈澱粉似不隨貯藏期而變化，不過倉儲期增長游離糖量減少，水溶性蛋白質、灰分、磷、鉀、鎂、錳量及蒸煮液碘呈色比增加，顯示米澱粉及蛋白質構造在貯藏中發生改變。

前 言

國內外早期稻米化學性質研究，幾乎均以糙米為對象。稻米除了食用外尚可製造酒精、工業用澱粉及飼料等，而國內稻米主要用途為直接食用（蒸煮炒飯）。近年來隨著飲食生活改善，消費者開始講究稻米的食用品質，即食味與營養價值。由於與食用直接有關之稻米形態為白米，因此米質研究多改以白米為主。農業試驗所農化系於73年度起進行米質試驗。在倉儲方面，由糧食局協助於73年10至11月在全省東（宜蘭）、西（雲林、嘉義）、中（彰化）、南（屏東）、北（桃園、新竹）部倉庫採取粳稻（蓬來）、長粒型稻及秈稻（在來）等倉儲穀樣本（含70年二期至73年二期米），經碾糙及碾白後進行碾米率及化學分析。初步分析結果發表於本所74年年報⁽⁸⁾。在進行倉儲米分析之同時，亦對目前本省推廣之11品種水稻之白米化學成分進行分析，（樣品來自臺中場及高雄場73年二期生產之稻谷），分析項目包括水分、粗蛋白質、鹼溶性蛋白質、水溶性蛋白質、胺基酸組成、脂肪、脂肪酸組成、粗澱粉、直鏈澱粉、游離糖、水溶性醣、吸水率、灰分及礦物質組成（磷、硫、鉀、鎂、鈣、鐵、錳、銅、鋅）等。樣本分析值且與臺場食味官能試驗結果相比較，此報告已投稿於中華農業研究。⁽⁹⁾75年二期本所尚進行花蓮區不良水田米質分析，盼能藉不良水田與較佳水田稻米化學品質之差異找出與米質有關之化學特性。本篇報告為綜合上述三試驗結果，經由分析新米、倉儲米之化學成分及白米粉經過蒸煮後米質之變化影響，討論不同品種白米之食用品質與化學性質之關係。

材料與方法

試驗材料：

1. 倉儲米：如前言所述自全省倉庫取樣，其中粳稻29樣本（臺農67號為主），長粒型稻7樣本（臺中秈3號為主），秈稻6樣本（在來為主）。長粒型秈稻與秈稻樣本為72年一期至73年一期。
2. 推廣米：臺南5號、臺南7號、臺農67號、臺中189號、越光、高雄141號、吉野1號、臺中秈3號、臺南秈15號、臺中在來1號、高雄秈7號等在臺中及高雄改良場兩地73年二期作米，其中高雄秈7號未進行食味分析。
3. 不良水田米：取75年二期花蓮區排水不良水田及米質較差水田之稻穀，與附近地區米質較佳水田所收穫之稻穀，進行米質分析。

試驗方法：

1. 一般成分、粗澱粉、直鏈澱粉、水溶性醣、澱離糖、脂肪、水溶性蛋白質、胺基酸、礦物質組成等分析參考前報⁽⁹⁾。黏膠性澱粉量以粗澱粉量減去直鏈澱粉量表示，文中分析數值均以乾物重表示，所有分析試驗均以白米磨粉及通過100 mesh之白米粉為樣本，食味官能分析由臺中改良場米質實驗室進行⁽⁹⁾。
2. 浸水及蒸煮液品質：取250mg白米粉置於15ml有刻度錐形底離心試管，加水5ml浸水三小時，每隔20分鐘振盪一次後以3000r.p.m.離心10分鐘，記錄沈澱物體積（即浸水膨脹體積）。上澄液取0.5ml稀釋後加碘液（ $I_2 - KI$ 溶液）呈色，測620及520nm波長之吸光密度。其餘樣本再經振盪混勻放入大同電鍋蒸煮20分鐘，保溫10分鐘後取出，於冷後攪散固形物，再加5ml水，振盪均勻後以3000r.p.m.離心10分鐘，取出上澄液。稀釋至適當倍數加碘液呈色，測620及520nm液長之吸光密度比，比值愈小表示溶出物中含有較高之黏膠性澱粉（amylopectin），反之則含較多量之直鏈澱粉。

結果與討論

過去臺灣白米可分為蓬來（粳米）與在來（秈米）兩種，近來由於引進低直鏈澱粉秈米而多加一種長粒型秈米。過去以直鏈澱粉高低作為區分粳米及秈米之依據，如今則有不足。今將此三種米依其化學成分分析值討論其品種上之差異，此外並依據(i)蓬來較在來好吃，(ii)白米較糙米好吃，(iii)新米較舊米好吃及(iv)日本軟質米較硬質米好吃等幾項原則來探討食用品質與化學性質之關係。表一所示為一般白米之化學組成，碳水化合物及蛋白質佔最大量，對米質之理化、食味及營養特性亦有較重大之影響，其次為灰分及脂肪。

表一 白米一般組成分析值

Table 1. The chemical composition of milled rice

Items	Contents (%)
Moisture	12.0
Carbohydrate	80.4 (91.36)*
Curde protein	6.7 (7.61)
Ash	0.5 (0.57)
Crude fat	0.4 (0.45)
Crude fiber	0.3 (0.34)

*: Numbers inside () are % weight in dry basis

由表二所示10種推廣米白米化學成分與食味官能分析值之相關，可以看出國人口味嗜好低直鏈澱粉、蛋白質、硫、磷、灰分及高水溶性糖及游離糖之白米品種。目前臺灣倉儲米及推廣米品種約可分為短粒、中粒及長粒，其中粳米均為短粒米；高雄秈7號及在來1號為高直鏈澱粉米中粒型較短者，臺南秈15號為粒型較長者，可列為中粒型米；臺中秈3號則粒型甚長，為長粒型米。由於國際市場秈米多以粒型區分，故本表中亦以粒型比較臺中及高雄區改良場白米之食味。由表三之分析值可以看出粳米較受國人喜愛，其次為低直鏈澱粉之長秈米。

表二 臺中及高雄區改良場 73 年二期白米化學成分為食味官能分析值之相關

Table 2. Coefficients of linear correlation between chemical components and eating taste score

Items	Coeff.*	Items	Coeff.
Water sol. Sugar	0.62	Crude starch	0.34
Free sugar	0.54	Mg	0.30
Carbohydrate	0.47	K	-0.09
Ash	-0.50	Na	0.04
Alkaline sol. protein	-0.57	Ca	-0.08
P	-0.65	Mn	0.25
Crude protein	-0.73	Zn	-0.21
S	-0.75	Water sol. protein	0.24
Amylose	-0.85	Water absorption	0.05

*: 1% significant level

表三 臺中及高雄區改良場 73 年二期白米食味官能分析值

Table 3. Eating taste score of milled rice cultured in Taichung and Kaohsiung area (crop 84' II)

Rice Varieties	Type	Taichung	Kaohsiung
Japonica	Short	0.52	0.39
Koshihikari	Short	-0.05	0.46
Indica (medium)	Medium	-1.60	-1.42
Indica (long)	Long	-0.08	-0.13

碾米或洗米往往會造成營養成分之損失，表四所示為Kenned et al.⁽¹³⁾及早川氏等⁽⁴⁾研究白米經過再碾米或多次洗米後化學成分之變化。其中脂肪之損失最大，其次為礦物質再次為蛋白質。觀察米粒之構造可看出愈近胚乳，主要為澱粉粒及少部分蛋白質體，愈近糠層則蛋白質、脂肪及礦物質成分較多。Roberts氏⁽¹⁶⁾就營養及碾米能源消耗之角度，提出碾白愈少愈好之觀點。Tsugita氏⁽¹⁹⁾則發現飯香會因為碾白程度之增加而減少。但是多數人則認為較透明及經過洗滌後之米其食味較佳，可見碾白與營養及食味間之選擇尚應加以討論。

表四 白米經再碾白或洗米後營養分之損失

Table 4. The nutrient losses for overmilling and washing of milled rice

Nutrient loss	Overmilling Kennedy (13)	Washing Hayakawa (4)
Ash	40%	49%
Crude fat	75%	65%
Crude protein	7%	6.3%

(一)脂肪：

由表五不同品種白米之脂肪與食味官能分析值比較，對同一品種稻米而言脂肪量愈高者其食味較差。因此經由再碾白或洗淨表面糠層之處理方式，或可因降低脂肪量而更適合國人口味。Maningat and Juliano發現中直鏈澱粉米及糯米去脂肪後糊化溫度及膠體展延性(gel consistency)均會降低⁽¹⁴⁾。因此脂肪量減少造成糊化溫度減少或許是米質食味較佳原因之一，因為國人偏好低糊化溫度稻米。不過在米飯香味上，依據Tsugita之試驗結果，發現米飯在蒸煮後香味將會因過度碾白而減少⁽¹⁹⁾。比較本試驗中粳米、秈米及長秈米間脂肪量之差異並不明顯，然而Taira and Chang氏對臺灣糙米脂肪含量及脂肪酸組之研究，發現印度型米粗脂肪量略高於日本型米⁽¹⁷⁾。

表五 不同品種白米之脂肪與食味官能分析值比較

Table 5. Comparison the curde fat content and eating taste score of milled rice

Varieties	Taichung		Kaohsiung	
	Crude fat (%)	Taste score	Crude fat (%)	Taste score
Tainan 7	0.75	0.54	0.75	0.03
Tainung 67	0.56	0.95	0.60	0.59
Taichung 189	0.74	0.22	0.60	0.78
Koshihikari	0.71	-0.05	0.57	0.46
Taichung Sen 3	0.52	-0.08	0.67	-0.13
Taichung native 1	0.76	-1.70	0.61	-1.51

(二)礦物質：

表六所示為白米礦物質含量分析，此表中倉儲米灰分含量甚低是因為配合國人洗米煮飯習慣將白米再碾白。然而臺中及高雄場米為配合臺中場所進行之米質試驗故，未再碾白，由此表中可看出粳米之灰分含量及較中短粒型秈米為低。此表與表三相比則顯示對同一品種米而言，灰分量愈低則食味愈佳。比較倉儲粳米之礦物質含量及組成時發現灰分量會隨倉儲期之增長而增加。一般而言舊米較新米不受歡迎，灰分量增加或許為原因之一。依據Tanaka氏之研究，磷、鉀、鎂及硫等元素集中出現於糊粉層⁽¹⁸⁾，因此增加碾白度可降低灰分量。日本食糧研究所曾發現米粒水分減少時，氮、鈣、磷、鎂等元素會向胚乳移動。又新米以水洗滌時鈣、錳、磷、鎂、鉀溶出量較儲藏米多，低溫儲藏米較常溫米多⁽⁵⁾。由表七之結果可印證省產倉儲米在倉儲期間亦有磷、鉀、鎂、錳等元素含量增加之趨勢。不過鋅含量似乎不因倉儲期之長短而變動，反而新米中鋅含量較舊米略高。鋅為皮膚、骨骼及頭髮生長所必須之元

素，由於向胚乳移入的元素多而向外層移動或不變動的元素少，所以舊白米的灰分大於新白米。

表六 不同品種水稻白米之灰分含量 (%)

Table 6. Ash contents of milled rice (% d.b.)

Rice varieties	Stored rice	Taichung ('84 II)	Kaohsiung ('84 II)
Japonica	0.42	0.66	0.68
Koshihikari		0.75	0.60
Indica (medium)	0.45	0.76	0.75
Indica (long)	0.44	0.62	0.65

表七 不同倉儲期粳稻白米之礦物質含量

Table 7. Mineral contents of milled rice stored for different time*

Crops	Samples	Ash (%)	P	K	Mg	Mn	Zn
'81 II	1	0.57	94	107	30	1.00	1.28
'82 I	3	0.54	116	109	31	1.03	1.21
'82 II	6	0.44	76	70	22	0.81	0.96
'83 I	6	0.41	80	73	24	0.78	1.25
'83 II	5	0.41	76	65	23	0.89	1.38
'84 I	7	0.38	64	60	19	0.55	1.39
'84 II	1	0.34	54	52	15	0.63	1.51

* all of the sample were stored in whole grain form, polished and analyzed in Jan. 1985

(三)蛋白質：

1. 粗蛋白質：由表八所示白米之蛋白質含量可見，除越光外大致上粳米蛋白質含量小於低直鏈澱粉之長粒型秈米，而以中短粒型高直鏈澱粉秈米含蛋白質量最高。將蛋白質量與食味值相比較，則除越光外蛋白質量高者食味差，二者之間呈明顯負相關。越光蛋白質含量甚高，超出其它粳米、長秈米甚至秈米；不過，其食味卻較長秈米、秈米及部分粳米佳，似乎不合蛋白質高食味差之原則，可見除了蛋白質含量多寡外尚有其它因子影響食味。然而單就同一品種稻米而言，即令是越光亦有蛋白質低食味佳之關係存在。

表八 不同品種水稻白米之粗蛋白質含量 (%)

Table 8. Crude protein contents of milled rice (% d.b.)

Rice varieties	Stored rice	Taichung ('84 II)	Kaohsiung ('84 II)
Japonica	7.50	7.99	8.08
Koshihikari		11.26	9.49
Indica (medium)	9.27	10.48	10.06
Indica (long)	8.37	9.15	9.31

2. 水性蛋白質：籼米雖然含有較高之粗蛋白質量而其以熱水抽出之水溶性蛋白質量卻較其它種米略低。(表九)越光蛋白質量雖同籼米而其水溶性蛋白質卻与其它粳米相近。三鍋氏曾分析日本軟質與硬質米發現前者含有較多量之全糖及可溶態氮(在本文中分別以游離糖及水溶性蛋白質表示)⁽¹⁾，與本試驗粳米與籼米結果相似。以臺中及高雄場白米水溶性蛋白質含量與黏膠性澱粉含量相比較，則可明顯看出同種稻米黏膠性澱粉量高則水溶性蛋白質量亦高(表十)。早川氏發現水洗白米第一次時尚無法區分胚乳及糊粉層物質，然而水洗三、四次後則可清楚發現澱粉粒(starch granulum)、蛋白質(protein bodies)、phytin particles及aleurone particles⁽⁴⁾。這些顆粒正常狀態下可能被脂肪及水溶性蛋白質所包覆，水洗除去脂肪及水溶性蛋白質後才顯現出來。作者假設水溶性蛋白質之存在可能具有連結團粒之作用；而與之相連之對象則可能為黏膠性澱粉。

表九 不同品種水稻白米之水溶性蛋白質含量(%)

Table 9. Hot water soluble protein contents of milled rice (% d.b.)

Rice varieties	Stored rice	Taichung ('84 II)	Kaohsiung ('84 II)
Japonica	0.645	0.75	0.82
Koshihikari		0.82	0.90
Indica (medium)	0.563	0.72	0.78
Indica (long)	0.617	0.65	0.81

表十 不同品種白米黏膠性澱粉與水溶性蛋白質含量之比較(%)

Table 10. Comparison the amylopectin content and hot water soluble protein content of milled rice

Varieties	Taichung		Kaohsiun	
	Amylopectin*	Water sol. protein	Amylopectin*	Water sol. protein
Japonica	66.28	0.75	67.15	0.82
Koshihikari	64.44	0.82	66.43	0.90
Indica (medium)	54.60	0.72	56.23	0.78
Indica (long)	64.26	0.65	65.63	0.81

* Crude starch content minus amylose content

雖然對新米而言，水溶性蛋白質含量高者食味可能較佳，不過由表十一倉儲時期不同之粳米水溶性蛋白質含量之比較，則舊米含量較新米高。72年二期米水溶性蛋白質特別高則有部分原因為粗蛋白質含量高之故。由此分析結果可知，以水溶性蛋白質量判別米之食味時應僅以新米為對象。

3. 含硫蛋白質：森高氏曾對精白米貯藏中米質變硬及飯香味之改變進行研究，他認為白米中所含有之SH基與S-S結合之蛋白質組成影響甚大。表十二所示為其分析日本精白米之含硫蛋白質量⁽⁶⁾。由表中可以看出新米比舊米、軟質米比硬質米、日本米比外米含硫蛋白質量均較少，且其中SH基所佔比率較高。表十三所示為臺中及高雄場白米之單位蛋白質含硫量比較，越光雖然含有超過籼米之高蛋白質量卻与其它粳米相近。Juliano et al.曾提及具有同直鏈澱粉量及鹼擴散度之長籼米較日本型米硬⁽¹¹⁾。本試驗中越光直鏈澱粉量近似長籼米臺中秈3號而米質較後者軟，低含硫蛋白質量或為原因之一。由表十四胺基酸分析值可以看出粳米之胱氨酸(cystine)及甲硫氨酸(methionine)總量較籼米少，在來1號較臺中秈3號少。

表十一 不同倉儲期粳稻白米之蛋白質含量

Table 11. Protein contents of milled rice stored for different time (% d.b.)

Crops	Samples	Crude protein	Water sol. Protein
'81 II	1	9.03	0.710
'82 I	3	7.69	0.680
'82 II	6	7.68	0.653
'83 I	6	6.83	0.632
'83 II	5	8.19	0.693
'84 I	7	7.11	0.597
'84 II	1	7.59	0.596

Juliano et al.等研究缺硫土壤糙米之含硫胺基酸，發現胺基中所含硫量的佔總硫量之78%(BR3 88%, Indonesian 75%, IRRI 74%)(12)。試本驗之白米總硫量中胺基酸之硫含量為66-76%，平均72%。

表十二 精白米蛋白質之SH基與S-S結合之量

Table 12. The SH group and S-S group contents of milled rice (6)

	Protein (%)	-SH group	S-S group	Total S
		(μeq/g protein)		
fresh rice				
soft	7.27	13.76	19.67	33.43
hard	7.50	15.87	23.73	39.60
Import rice	7.46	11.13	30.83	41.96
Waxy rice	7.79	18.87	30.68	49.55
Old rice A	6.26	14.06	34.98	49.04
Old rice B	6.24	12.34	34.62	46.96

表十三 不同品種水稻白米之單位蛋白質含硫量

Table 13. The sulfur contents of milled rice protein (mg/g protein)

Rice varieties	Taichung	Kaohsiung
Japonica	12.12	12.54
Koshihikari	12.08	12.54
Indica (medium)	13.93	14.07
Indica (long)	14.94	15.90

表十四 不同品種白米之胺基酸組成 (g/100g 蛋白質)

Table 14. The amino acid composition of milled rice (g/100g protein)

Amino acids	Tainan 7	Tainung 67	Koshihikari	Taichung Sen 3	Taichung native 1
Lys.	3.05	3.90	3.70	3.78	3.96
His.	2.39	2.35	2.23	2.22	2.29
NH ₃	2.53	2.50	2.47	2.53	2.30
Arg.	8.41	8.27	8.20	7.73	8.07
Asp.	9.26	9.18	9.10	8.72	9.08
Thr.	3.54	3.47	3.42	3.59	3.51
Ser.	4.77	4.72	4.77	4.60	4.41
Glu.	19.59	19.55	19.88	19.30	19.08
Pro.	4.32	4.38	4.26	4.48	4.59
Gly.	4.75	4.62	4.37	4.52	4.55
Ala.	5.93	5.83	5.60	5.82	5.72
Cys.	1.11	0.88	1.18	1.56	1.61
Val.	6.20	6.15	5.97	6.04	6.08
Met.	2.61	2.49	2.61	3.28	2.68
Ilu.	4.13	4.08	4.22	4.31	4.15
Leu.	8.15	8.22	8.19	8.26	8.28
Tyr.	4.18	4.22	4.62	4.15	4.42
Phe.	5.08	5.17	5.22	5.11	5.22
Try.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
S amino acid	3.72	3.37	3.79	4.84	4.29
Protein (%)	8.08	7.94	11.26	9.15	10.68
Total S (mg%)	105	80	136	137	154
S ratio (% in amino acid)	66	76	73	75	70

(四)碳水化合物：

- 直鏈澱粉：國內稻米短粒及大部分長粒型秈米直鏈澱粉量多低於22%，而中短粒型秈米則直鏈澱粉量往往高於25%（表十五）。由前述食味與化學成分之相關係數可看出二者間呈顯著負相關，然而將此表與表三相比，則就同一種稻米而言卻有直鏈澱粉量略高者食味較佳之正相關結果顯示。稻津氏提及日本稻米成熟期間日平均溫度升高2-3度時直鏈澱粉量約減少1%⁽⁷⁾。Juliano氏也有相同報導⁽¹¹⁾。依本試驗結果僅有蛋白質含量較低之低直鏈澱粉品種（粳米及長秈米）合此結果，含有高蛋白質之越光及秈米其直鏈澱粉量反而略增。由此可知直鏈澱粉含量不僅受成熟氣溫影響亦受蛋白質量所影響。
- 水溶性醣：在米飯蒸煮中會有固形物溶出，表十六所示為以熱水抽出不同種類白米之水溶性醣含量。由此表中可以看出粳米之水溶性醣量高出秈米甚多，長秈米直鏈澱粉量雖低而其水溶性醣量卻比不上粳米；越光蛋白質雖高而其水溶性醣含量亦高，就粳米之食味與水溶性醣量相比較則有水溶性醣量高則食味佳之現象。Perez et al.發現熱水抽出之碳水化合物主要為六碳醣(glucan)⁽¹⁵⁾。

表十五 不同品種水稻白米之直鏈澱粉含量(%)

Table 15. amylose contents of milled rice (%d.b.)

Rice varieties	Stored rice	Taichung ('84 II)	Kaohsiung ('84 II)
Japonica	21.50	21.07	19.33
Koshihikari		18.03	18.60
Indica (medium)	31.30	29.63	30.14
Indica (long)	19.30	21.73	19.53

表十六 不同品種水稻白米之水溶性醣含量(%)

Table 16. Hot water soluble sugar content of milled rice (%d.b.)

Rice varieties	Taichung ('84 II)	Kaohsiung ('84 II)
Japonica	4.05	3.53
Koshihikari	3.86	4.20
Indica (medium)	3.00	2.84
Indica (long)	3.00	3.00

3. 游離糖：三鍋氏之研究發現軟質米含有較多量的全糖，本試驗亦比較不同品種白米之游離糖量，結果示如表十七。由此表中可以看出與水溶性醣類似之結果，粳米較籼米含量高，又新米較舊米高即使舊米有較高之碾白度。比較表十八倉儲粳米之游離糖含量則有倉儲期長則游離糖低之趨勢。然而在分析倉儲米之同時亦發現如71年一期北區倉庫米變色粒多，稻米受黴菌污染時游離糖量甚高（>0.45%），原因可能為黴菌分泌水解酵素將澱粉分解產生糖，因此若欲以游離糖判斷食味時應以未受污染米為對象。不過依據竹生氏對日本米食味官能試驗發現不同種類各游離單糖及蔗糖與食味並無相關⁽²⁾。

表十七 不同品種水稻白米之游離糖含量(%)

Table 17. Free sugar contents of milled rice (%d.b.)

Rice varieties	Stored rice	Taichung ('84 II)	Kaohsiung ('84 II)
Japonica	0.32	0.35	0.33
Koshihikari		0.37	0.30
Indica (medium)	0.20	0.26	0.26
Indica (long)	0.17	0.23	0.28

表十八 不同倉儲期粳稻白米之醣類含量

Table 18. Amylose and sugar contents of milled rice stored for different time

Crops	Samples	Amylose (%d.b.)	Free sugar (%d.b.)
'81 II	1	21.19	0.254
'82 I	3	21.15	0.317*
'82 II	6	21.04	0.272
'83 I	6	21.27	0.312
'83 II	5	23.00	0.318
'84 I	7	21.37	0.368
'84 II	1	20.97	0.338

* one sample was contaminated by fungi

(五)浸水及蒸煮特性：

1. 浸水特性：白米經乾燥後水分散失，細胞間有空隙產生；浸水後水分將可由此空隙進入胚乳內部而在米飯蒸煮時與澱粉作用產生糊化現象。作者認為水分進入之難易及多寡將影響糊化過程及米飯之軟硬。表十九所示為磨粉後之白米在浸水3小時並離心後體積之差異。除糯米及發糕用和水土外似乎直鏈澱粉量高者浸水量少；換言之，黏膠性澱粉量高者水分浸入較多量，可能胚乳內孔隙較多或較大。

表十九 不同品種白米粉浸水3小時後離心之米膨脹體積(ml/250mg)

Table 19. The expansion volume (ml/250mg) of milled rice powder soaked for 3 hrs. and centrifuged

Rice varieties	Stored rice	Taichung ('84 II)	Kaohsiung ('84 II)
Waxy rice	0.60		
Japonica	0.57	0.59	0.59
Koshihikari		0.60	0.61
Indica (medium)	0.55	0.54	0.53
Indica (long)	0.59	0.61	0.62
Indica (market)*	0.51		

*: used for baking cake, stored for long time, medium size

2. 蒸煮液之碘呈色比：依據竹生氏對日本進行米食味官能分析結果，除了以 amylograph 及 Texturemeter 測定項目外，精米蛋白質、直鏈澱粉量與蒸飯液碘呈色度與食味之相關極顯著^(2,3)。糯米之蒸飯液加碘液後呈紅色，在520nm有最大吸光而直鏈澱粉呈藍色，在600-620nm有最大吸光。將米粉蒸煮後之液體加碘液則呈紫色，介於紅色與藍色間，其在波長620與520nm之吸光密度比恰好與該碘呈色液之最大吸收波長相關；亦即比值愈小則顏色愈近紅色，最大吸收波長愈近520nm；比值愈大則顏色愈近藍色，最大吸收波長靠近620nm。由表二十米粉經蒸煮後液體之碘呈色比值觀察，低直鏈澱粉稻米比高直鏈澱粉低，新米比舊米低。由此可知含有較多量直鏈澱粉者其蒸煮液溶出澱粉中亦含有較多的直鏈澱粉，舊米中黏膠性澱粉可能受到水溶性蛋白質增加之影響，小分子被包覆連結成大分子而不易溶出，

進而造成蒸煮液中黏膠性澱粉量所佔比率隨倉儲期長而減少之現象。由表二十一倉儲米碘呈色比即可看出舊米直鏈澱粉含量無甚變動而熱水溶出物中直鏈澱粉所佔比率隨倉儲期之增加而增加。一般而言舊米米質較硬，除了森高氏所提出SH基轉變成S-S結合之原因外，黏膠性澱粉分子結構變化亦為可能因素。

表二十 不同品種白米粉蒸煮後麗心被碘呈色之吸光比(O.D. 620/520)

Table 20. Iodine solution absorption ratio (O.D. 620/520) of cooking solution of milled rice powder

Rice varieties	Stored rice	Taichung ('84 II)	Kaohsiung ('84 II)
Waxy rice	0.52		
Japonica	0.95	0.78	0.73
Koshihikari		0.70	0.73
Indica (medium)	1.35	0.94	0.84
Indica (long)	0.71	0.78	0.70
Indica (market)*	1.62		
Potato amylose	1.68		

*: used for baking cake, stored for long time, medium size

表二十一 不同倉儲期粳稻白米粉之蒸煮特性

Table 21. The iodine solution absorption ratio (O.D. 620/520) of the cooking solution of milled rice stored for different time

Crops	Samples	Amylose (%d.b.)	I ₂ sol. Abs. ratio(O.D. 620/520)
'81 II	1	21.19	1.000
'82 I	3	21.15	1.137
'82 II	6	21.04	1.001
'83 I	6	21.27	0.899
'83 II	5	23.00	1.025
'84 I	7	21.37	0.812
'84 II	1	20.97	0.775

* one sample was contaminated by fungi

發糕用秈米為儲藏期較長之高直鏈澱粉秈米，比較表十九及二十之數值則可推論其米質中黏膠性澱粉由小分子緊密結合成大分子，胚乳內孔隙減少，導致浸水膨脹體積減少；又蒸煮後黏膠性澱粉分子不易溶出，導致其碘呈色比值顯示近似完全由直鏈澱粉所組成。

(六)不良水田米質之比較：

前述為試驗場所種植稻米品質之比較，若以已知米質不良之稻米與較佳之米相比較，或可印證食味與化學成分之關係。表二十二顯示不良水田稻穀風選穀殼率較大，糙米、白米及完整米率較低，千粒重、溶積重較小。表二十三則顯示不良水田米礦物質、蛋白質含量高；直鏈澱粉量及游離糖量略低，此結果合於前述試驗所得結論。

表二十二 比較 75 年二期花蓮區米質不良與較佳水田稻米之碾米性狀

Table 22. Comparison the grain quality of milled rice cultured in different rice field (1986 II crop)

Field type	Immatured rice (%)	Brown rice (%)	White rice (%)	Head rice (%)	Grain wt.		Brown rice wt.		
					1000 wt. (g)	Volume wt. (g/l)	1000 wt. (g)	Volume wt. (g/l)	
Bad	1	16.19	63.88	50.47	37.52	14.90	414	12.79	717
	2	9.64	79.68	68.66	48.66	19.03	475	15.68	758
	3	4.85	74.11	64.47	61.25	19.27	495	15.72	754
	4	5.60	78.99	68.56	61.82	19.55	487	16.40	763
good	1	6.41	80.35	70.11	63.41	19.95	484	16.83	751
	2	2.27	80.10	70.18	63.30	20.73	487	17.22	777
	3	5.86	81.53	72.90	65.96	23.01	515	18.54	765

表二十三 比較 75 年二期花蓮區米質不良與較佳水田稻米之化學組成

Table 23. Comparison the chemical quality of milled rice cultured in different rice field (1986 II crop)

Field type	Ash (%)	Protein (%)	Starch (%)	Amylose (%)	Sugar (%)	
Bad	1	0.45	8.62	85.48	21.14	0.172
	2	0.50	11.40	80.51	19.76	0.210
	3	0.50	10.28	81.00	19.30	0.204
	4	0.50	9.86	83.59	19.78	0.167
good	1	0.43	8.61	85.00	19.89	0.224
	2	0.41	9.28	83.42	19.87	0.204
	3	0.37	8.07	83.82	19.93	0.279
Stored rice	0.44	7.08	84.70	20.81	0.243	

結 論

對同一品種稻米而言含低礦物質、蛋白質及脂肪量者則食味較佳；欲達此目的雖可採再碾白或水洗操作，不過稻米之營養成分亦因此而損失不少。大多數粳米較秈米含低蛋白質及含硫蛋白質，營養價值較低而食味卻較合國人口味。含硫胺基酸為八種必需胺基酸中之兩種，就營養觀點看此二種胺基酸含量高及蛋白質高之米品質較好，因此在稻米品種之食用品質上有食味與營養不可得兼之困擾。越光為化學性質較其它粳米特別之品種。其蛋白質量雖比秈米高但食味較好，若論其它成分則越光含有多量水溶性醣、游離糖、水溶性蛋白質、高浸水膨脹體積、低蒸煮液之碘呈色比及低單位蛋白質含硫量。舊米之蛋白質及直鏈澱粉含量雖無甚變動，然而隨倉儲期之增長有灰分、磷、鉀、鎂、錳、水溶性蛋白質、蒸煮液碘呈色比增加及游離糖量減少之現象出現，顯見其內部結構發生改變。又由水溶性蛋白質質量與黏膠性澱粉量有關，貯藏中澱粉發生構造上改變及水溶性蛋白質質量增高等現象可以推測水溶性蛋白質可能與粉分子構造有密切關係，此則有待更進一層之研究。

參考文獻

1. 三鍋昌俊 1986 軟質米 生成 關 作物學的研究 福井大學教育部紀要 Series V. No.4. Part 1. 福井大學，福井，日本。
2. 竹生新治郎、渡邊正造、杉本貞二、酒井藤敏、谷口嘉廣 1983 米 食味 理化學的性質 關連澱粉科學 30(4): 333-341。
3. 竹生新治郎、渡邊正造、杉本貞二、真部尙武、酒井藤敏、谷口嘉廣 1985 多重回歸分析 米 食味 判定式 設定 澱粉科學 32(1): 51-60。
4. 早川科郎、伊賀上郁夫 1979 水洗 關 研究：白米 電顯觀察 溶出成分 日本農藝化學會誌 53(10): 321-327。
5. 食糧研究所 1969 米 品質 貯藏利用 食糧技普及 第7號 食糧研究刊行會 日本農林省食糧研究所，日本。
6. 森高真太郎 1978 精白米 貯藏中 品質變化 釀造協會誌 73: 609-696。
7. 稻津脩、新井利直 1986 米 味—— 向上 可能 化學 生物 24(8): 497-499。
8. 臺灣省農業試驗所 1986 臺灣省農業試驗所74年年報84-86。
9. 劉慧瑛、林禮輝、宋勳、洪梅珠 1988 臺灣稻米之化學性質及其與食味品質關係之研究 中華農業研究 37(2): 177-195。
10. Johnson, A. H. and M. S. Peterson. 1974. Encyclopedia of food technology. P.757, Avi. Pub. Co., Westpoint, Connecticut.
11. Juliano, B. O. 1979. The chemical basis of rice grain quality In "Proceedings of the workshop on chemical aspects of rice grain qualitt" edit by I.R.R.I., Manila, Philippines.
12. Juliano, B. O., M. G. B. Ibabao, C. M. Perez, R. B. Clark, J. W. Maraville, C. P. Mamaril, N. H. Choudhury, J. S. Momuat and I. T. Corpuz. 1987. Effect of soil sulfur deficiency on sulfur amino acids and elements in brown rice Cereal Chem. 64(1): 27-30.
13. Kennedy, B. M. and M. Schelstraete. 1974. Chemicla, physical, and nutritional properties of high-protein flours and residual kernel from the overmilling of uncoated milled rice I. Milling procedure and protein, fat, ash, amylose and starch content. Cereal Chem. 51: 345-448.
14. Maninggat, C. C. and B. O. Juliano. 1980. Starch lipids and their effect on rstarch properties. Starch/stärke 32(3): 76-82.
15. Perez, M., B. O. Juliano, C. G. Pascual and V. G. Novenario. 1987. Extracted lipids and carbohydrates during washing and boiling of milled rice. Stärch/Starke 39(11): 386-390.
16. Roberts, R. L. 1979. Composition and taste evaluation of rice milled to different degrees. J. Food Sci. 44(1): 127-129.
17. Taira, H. and W. -L. Chang. 1986. Lipid content and fatty acid composition of Indica and Japonica type of nonglutinous rice. J. Agric. Food Chem. 34: 542-545.

18. Tanaka, K. M. Ogawa and Z. Kasai, 1977. The rice scutellum II. A comparison of scutellar and aleurone electron-particles by transmission electron microscopy including energy-dispersive X-ray analysis. *CerealChem.* 54: 684.
19. T. Tsugita, t. Kurata and H. Kato. 1980. Volatile components after cooking rice milled to different degrees. *Agric. Biol. Chem.* 44(4): 835-840.

The study on the Relationship of Eating Quality and Chemical Quality of different Non-waxy Rice Species

H. I. Liu L. F. Lin, S. Song and M. C. Hong

Taiwan Agricultural Research Institute, and Taichung District Agricultural Improvement station

ABSTRACT

The people living in Taiwan prefer to low amylose content nonwaxy soft rice. Long grain indica type rice (Taichungsen 3) contained low amylose like other japonica type rice grown in Taiwan, had high protein, high total sulfur per unit protein, low hot water soluble polysaccharides, low sugar content and same amino acid composition as other indica type rice. But, the expansion volume of milled rice powder immersed in cold water and the starch of extracted w/hot water after cooking were the same as that of the japonica type rice.

Yuekuang (in Japanese named Koshihikari) is a japonica rice. It had better taste than indica rice though contained high protein as indica rice. For the sulfur content per unit protein was lower than high and low amylose contents indica rice, we suppose the protein quality were one of the factors affecting on rice quality. Like other japonica rice, Koshihikari and higher water soluble polysaccharides, sugar, hot water soluble protein, larger expansion volume in cold water and more amylopectin ratio in the cooking solution.

For the same species, lower crude protein, lipid, minerals and higher water soluble polysaccharides, amylose content means better eating quality. Overmilling and washing could increase the taste, but decrease the nutrition. Water soluble protein content had relation to amylopectin. Crude protein and amylose content didn't change in storage, but sugar decreased, water soluble protein, ash, P, K, Mg, Mn content and the ratio of amylose in the cooking solution increased. The structure of starch particle and protein changed in storage.