

稻米理化性與食味關係之因子分析¹

許愛娜 宋勳²

摘 要

利用16個水稻品種進行和食味有關的20個理化性狀之相關分析，繼則從而進行主成分因子分析。共同受第一因子影響者和食用品質有關，為凝膠展延性和食味評估中之外觀、香、口味、粘性、硬性與總評等七項。而鹼性擴散值、直鏈澱粉含量、米飯質地之硬度、凝集性、彈力性、粘結性、咀嚼性等七項與米飯硬度有關者，則共同受第二因子之影響。第三因子影響者僅有粗蛋白質含量一項。米飯質地中之粘度、均衡度、附著性、粘著性與食味結構指數等五項有關於米飯粘性者則共同受第四因子之影響。

關鍵字：水稻、理化性、質地、食味、相關、因子分析。

前 言

國人為主食的稻米在社會型態之轉變與進口食品的強烈衝擊下，消費量逐年減低，加以生活水準提高，故本省稻米之生產已由從前之重量轉為重質。

本場稻米品質研究室除協助各試驗場所分析水稻新品種(系)之稻米品質，以做為良質水稻育種之參考外，近年來除已有之碾米品質、白米外觀、烹調及食用品質外，更著手改進食味官能檢查方法與利用儀器測定米飯之質地及其他理化性，然而諸多稻米理化性與食味官能檢查結果間之關聯性雖已多有研究^(1,2,18,24)，但在本省方面仍嫌不足。

因子分析是一將多個有關變數予以簡化為少數主要因子的統計方法，它可簡化複雜的多變數結構進而描劃出簡明之輪廓^(13,14,16,23,25)。本篇目的即利用因子分析以探討食味官能檢查結果與稻米理化性間的關係。

材料與方法

本試驗採用新竹64號(Hsinchu 64)、台農67號(Tainung 67)、台農68號(Tainung 68)、台農70號(Tainung 70)、台中178號(Taichung 178)、台中189號(Taichung 189)、越光(Koshihikari)、豐錦(Toyonishiki)、台南9號(Tainan 9)與高雄141號(Kaohsiung 141)等十個梗稻品種(*japonica* type)以及台中秈3號(Taichung Sen 3)、台中秈10號(Taichung Sen 10)、台農秈育122號(Tainung Sen Yu 122)、台中在來1號(Taichung Native 1)、台中秈17號(Taichung Sen 17)與台南秈15號(Tainan Sen 15)等六個秈稻品種(*indica* type)。試驗在76年第二期作(7月17日播種，8月16日移植)及77年第一期作(2月2日播種，3月15日移植)於大村本場進行，田間佈置採逢機完全區集設計，三重複，行株距30×5公分，行長4公尺。第一期作與第二期作之施肥量N-P₂O₅-K₂O分別

¹台中區農業改良場研究報告第0204號。

²分別為台中區農業改良場助理研究員與副研究員兼課長。

為189-72-90kg/ha與168-72-90kg/ha，其中氮肥(硫酸銨)分施於基肥、第一次追肥、第二次追肥、第三次追肥(第一期作)與穗肥，而磷肥(過磷酸石灰)全量施用於基肥，鉀肥(氯化鉀)則半量分施於基肥與第二次追肥。田間管理依照農林廳編印"水稻良質米生產及調製技術"行之。試驗田為粘板岩老沖積土，屬鹼性土壤，其組織緊密。又於10月23日~11月21日與6月22日~7月16日期間收穫，經調查調製後，進行各項稻米理化性與食味分析，茲將調查項目簡述如下：

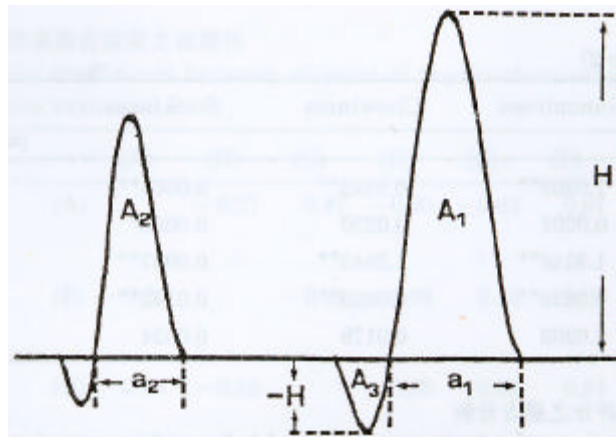
(一)白米理化性質(physicochemical properties of milled rice)

- 1.直鏈澱粉含量(amylose content)：採用method of simplification of amylose assay，再以自動分析儀Autoanalyzer測定。
- 2.粗蛋白質含量(crude protein content)：採用semi-micro Kjeldahl method測定。
- 3.膠化溫度(gelatinization temperature)：利用1.6% KOH，方法同Little *et al.*⁽¹⁹⁾予以測估。
- 4.凝膠展延性(gel consistency)：利用凝膠展流長度以決定澱粉凝膠性質⁽²¹⁾。

(二)米飯質地(texture of cooked rice)

白米煮熟方法同許等⁽⁹⁾。其測定項目如下：

- 1.硬度(H, hardness)
 - 2.粘度(-H, viscousness)
 - 3.均衡度(-H/H, balance)
 - 4.凝集性(A_2/A_1 , cohesiveness)
 - 5.附著性(A_3 , adhesiveness)
 - 6.彈力性(a_2/a_1 , springiness)
 - 7.粘結性($H \times A_2/A_1$ ，即硬度 \times 凝集性，gumminess)
 - 8.咀嚼性($H \times A_2/A_1 \times a_2/a_1$ ，即硬度 \times 凝集性 \times 彈力性，chewiness)
 - 9.粘著性($A_3 \times -H$)，即附著性 \times 粘度之平方根，stickiness)
 - 10.食味結構指數($H \times A_2/A_1 \times a_2/a_1 \times A_3 \times -H$)，即咀嚼性 \times 粘著性，textural palatability index)
- 以上由標準結構圖所得各機械介量(mechanical parameter)^(3,4,5)則如圖一所示。



圖一、米質質地分析儀標準曲線圖

Fig. 1. A typical curve of texturometer.

(三)食味官能評估(panel test)

煮飯方法同許等⁽⁹⁾，調查項目有外觀(appearance)、香(aroma)、口味(flavor)、粘性(cohesion)、破性(hardness)與總評(overall in sensory test)等六項。

(四)統計分析(statistical analysis)

食味官能評估與膠化溫度原始之分數均經常態分數(normal score)轉換後⁽¹⁸⁾，才進行各項統計分析工作。以各供試品種之各項白米理化性、米飯質地及食味官能評估之數據，進行相關分析，估得此等變數間的相關矩陣，從而進行主成分因子分析(factor analysis using principal component solution)，並以Varimax法進行轉軸⁽¹⁶⁾，藉以探討這些稻米品質變數間的相互關係。

結 果

由變方分析之結果(表一、表二及表三)顯示：除食味官能評估中之粘性、硬性、總評在兩期作間無顯著差異外(表三)，其餘白米理化特性、米飯質地與食味官能評估在供試品種間與兩期作間皆有顯著的差異，而且品種與期作間均有顯著之交感作用，故將兩期作分別予以討論性狀間之相關關係。

表一、秈梗稻白米理化性質之變方分析

Table 1. Analysis of variance for physicochemical properties of milled rice of *indica* and *japonica* rice varieties

Source of variation	df	Alkali spreading value	Crude protein content	Anylose content	Gel consistency
Crop (C)	1	2.3313** ¹	88.8580**	352.6666**	178.4876**
Block	4	0.0023	0.5005*	2.7917	0.1560
Variety (V)	15	0.1822**	3.6347**	3085.7306**	119.3922**
C x V	15	0.0406**	1.2469**	121.1555**	4.0960**
Error	60	0.0053	0.1644	8.0139	0.1685

¹ **, * Significance at 0.01 and 0.05 levels of probability, respectively.

表二、秈梗稻米飯物理性質之變方分析

Table 2. Analysis of variance for cooked – rice texture of *indica* and *japonica* rice varieties

Source of variation	df	Hardness	Viscousness	Balance	Cohesiveness	Adhesiveness
Crop (C)	1	0.4974** ¹	0.0117**	0.0047**	0.0341**	0.1269**
Block	4	0.0305	0.0041**	0.0007**	0.0001	0.0036*
Variety (V)	15	1.4571**	0.0466**	0.0075**	0.0078**	0.0270**
C x V	15	0.1000**	0.0049**	0.0008**	0.0009**	0.0071**
Error	60	0.0233	0.0009	0.0002	0.0003	0.0012

¹ **, * Significance at 0.01 and 0.05 levels of probability, respectively.

(續表二)

(continued from Table 2)

Source of variation	Springiness	Gumminess	Chewiness	Stickiness	Textural palatability index
Crop (C)	0.0041**	1.0209**	0.9943**	0.0566**	0.1036**
Block	0.0001	0.0207	0.0230	0.0093*	0.0147
Variety (V)	0.0015**	1.3548**	1.2643**	0.0987**	0.1834**
C \times V	0.0007*	0.0829**	0.0829**	0.0142**	0.0326**
Error	0.0003	0.0203	0.0179	0.0024	0.0098

表三、秈梗稻味評估評分之變方分析

Table 3. Analysis of variance for taste panel score of *indica* and *japonica* rice varieties

Source of variation	df	Appearance	Aroma	Flavor	Cohesion	Hardness	Overall in sensory evaluation
Crop (C)	1	0.0518** ¹	0.0754**	0.0699**	0.0094	0.0146	0.0113
Block	4	0.0055	0.0090	0.0084	0.0008	0.0183	0.0097
Variety (V)	15	0.0435**	0.5820**	0.5808**	0.6928**	0.4713**	0.6937**
C \times V	15	0.0113**	0.0215*	0.0231**	0.0196**	0.0419**	0.0290**
Error	60	0.0033	0.0085	0.0086	0.0055	0.0096	0.0122

¹ **, * Significance at 0.01 and 0.05 levels of probability, respectively.

表四係兩期作下20項白米理化性、米飯質地與食味官能評估間之相關係數。除兩期作之粗蛋白質含量和第二期作之彈力性與其他性狀間之相關未達顯著水準外，其餘性狀間多有顯著的相關關係。而且除粗蛋白質含量與凝集性、彈力性間之相關關係在兩期作表現互異外，其餘性狀間相關關係並不因期作而異。白米理化性所測定之四個性狀中，除粗蛋白質含量外，直鏈澱粉含量和鹼性擴散性、凝膠展延性間為負相關。而凝膠展延性與鹼性擴散值間則為正相關。

米飯質地所測定之十個項目中，硬度與粘度、均衡度、附著性、粘著性、食味結構指數等五性狀間為負相關，而凝集性、彈力性、粘結性、咀嚼性等四性狀與硬度間為正相關。至於粘度和其他米飯質地性狀間之相關關係恰和硬度相反。此外，凝集性、彈力性、粘結性、咀嚼性在與米飯之其他質地間的相關關係皆和硬度相同，而均衡度、附著性、粘著性及食味結構指數則均與粘度相同。米飯質地與白米理化性間之相關關係，以硬度言，其和鹼性擴散值、凝膠展延性間呈負相關，而又與直鏈澱粉含量間為正相關。凝集性、彈力性、粘結性、咀嚼性等四性狀均與硬度表現相同。至於粘度與白米理化性間之相關關係則恰和硬度相反，而均衡度、附著性、粘著性、食味結構指數等四性狀則皆和粘度有相同表現。

食味官能評估之六個項目中，外觀、香、口味、粘性及總評等性狀間皆為正相關，而此五性狀與硬度間則均呈負相關關係。食味官能評估與米飯質地性狀間之相關關係，外觀等五性狀與粘度、均衡度、附著性、粘著性、食味結構指數間表現出正相關，但又與硬度、凝集性、彈力性、粘結性、咀嚼性間皆呈負相關，而食味官能評估中硬度和其他米飯質地性狀間之相關關係則恰與外觀等五性狀相反。食味官能評估與白米理化性間之相關關係，外觀等五性狀與鹼性擴散值、凝膠展延性間呈正相關，而直鏈澱粉含量則與外觀等五性狀間呈負相關，食味評估之硬性的表現則和外觀等五性狀相反。

表四、秈梗稻理化性質與食味間之相關性

Table 4. Correlation coefficients between all pairs of physicochemical properties of *indica* and *japonica* rice varieties

Character	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)	(F)	(G)	(H)	(I)
Alkali spreading	(A)	-0.27	0.87	-0.90	-0.83	0.67	0.75	-0.68	0.74
Crude protein content	(B)	-0.30 ¹	-0.29	0.09	0.18	-0.08	-0.17	-0.11	-0.06
Gel consistency	(C)	0.70	-0.19	-0.88	-0.83	0.84	0.85	-0.56	0.77
Amylose content	(D)	-0.80	0.05	-0.80	0.82	-0.77	-0.79	0.85	-0.78
Hardness	(E)	-0.82	0.06	-0.81	0.95	-0.62	-0.71	0.57	-0.66
Viscousness	(F)	0.84	-0.29	0.83	-0.93	-0.89	0.98	-0.60	0.95
Balance	(G)	0.87	-0.23	0.82	-0.95	-0.91	0.99	-0.61	0.95
Cohesiveness	(H)	-0.79	0.05	-0.62	0.92	0.91	-0.89	-0.91	-0.67
Adhesiveness	(I)	0.89	-0.40	0.79	-0.89	-0.85	0.96	0.95	-0.85
Springiness	(J)	-0.85	0.15	-0.66	0.86	0.89	-0.84	-0.86	0.91
Gumminess	(K)	-0.81	0.05	-0.78	0.96	1.00	-0.90	-0.92	0.94
Chewiness	(L)	-0.81	0.06	-0.78	0.95	0.99	-0.89	-0.92	0.94
Stickiness	(M)	0.86	-0.34	0.82	-0.92	-0.88	0.99	0.98	-0.88
Textural palatability index	(N)	0.73	-0.37	0.82	-0.87	-0.79	0.84	0.91	-0.77
Appearance	(O)	0.79	-0.25	0.81	-0.84	-0.83	0.89	0.89	-0.75
Aroma	(P)	0.71	-0.16	0.93	-0.81	-0.87	0.81	0.81	-0.67
Flavor	(Q)	0.66	-0.34	0.60	-0.76	-0.62	0.85	0.82	-0.67
Cohesion	(R)	0.80	-0.29	0.83	-0.94	-0.91	0.96	0.95	-0.84
Hardness	(S)	-0.81	0.40	-0.80	0.90	0.89	-0.96	-0.95	0.85
Overall in sensory test	(T)	0.81	-0.34	0.81	-0.92	-0.91	0.96	0.95	-0.85

¹ Correlation coefficient for the second crop in 1987 and the first crop in 1988 were above and below the diagonal, respectively. And those above 0.46 and 0.62 was significant at 0.01 and 0.05 levels of probability.

(續表四)

(continued from Table 4)

	(J)	(K)	(L)	(M)	(N)	(O)	(P)	(Q)	(R)	(S)	(T)
(A)	-0.27	-0.87	-0.87	0.72	0.69	0.74	0.52	0.89	0.90	-0.92	0.91
(B)	-0.16	0.11	0.10	-0.07	-0.10	-0.58	-0.43	-0.33	-0.35	0.37	-0.35
(C)	-0.28	-0.84	-0.84	0.82	0.83	0.89	0.74	0.97	0.97	-0.92	0.94
(D)	0.46	0.90	0.92	-0.80	-0.78	-0.66	-0.41	-0.91	-0.92	0.92	-0.91
(E)	0.17	0.98	0.96	-0.67	-0.61	-0.66	-0.51	-0.80	-0.80	0.83	-0.82
(F)	-0.51	-0.67	-0.70	0.98	0.99	0.71	0.53	0.86	0.85	-0.85	0.86
(G)	-0.49	-0.74	-0.77	0.97	0.96	0.74	0.55	0.88	0.87	-0.89	0.90
(H)	0.70	0.72	0.77	-0.6	-0.62	-0.33	-0.08	-0.67	-0.69	0.73	-0.69
(I)	-0.47	-0.71	-0.74	0.99	0.96	0.63	0.42	0.82	0.81	-0.85	0.87
(J)		0.30	0.39	-0.50	-0.47	-0.19	-0.03	-0.38	-0.39	0.42	-0.43
(K)	0.91		1.00	-0.72	-0.66	-0.63	-0.46	-0.84	-0.84	0.87	-0.85
(L)	0.92	1.00		-0.75	-0.69	-0.63	-0.44	-0.85	-0.85	0.89	-0.87
(M)	-0.82	-0.89	-0.89		0.98	0.68	0.47	0.86	0.85	-0.87	0.89
(N)	-0.68	-0.80	-0.79	0.96		0.70	0.50	0.87	0.86	-0.85	0.87
(O)	-0.76	-0.83	-0.83	0.89	0.87		0.89	0.89	0.88	-0.83	0.85
(P)	-0.68	-0.84	-0.84	0.81	0.81	0.83		0.70	0.66	-0.57	0.61
(Q)	-0.57	-0.63	-0.62	0.85	0.86	0.68	0.55		1.00	-0.97	0.97
(R)	-0.79	-0.91	-0.90	0.96	0.96	-0.89	0.85	0.86		-0.97	0.97
(S)	0.82	0.89	0.89	-0.97	-0.94	-0.92	-0.82	-0.81	-0.97		-0.98
(T)	-0.81	-0.91	-0.91	0.97	0.95	0.88	0.85	0.84	0.99	-0.98	

雖然兩期作所調查之白米理化性、米飯質地與食味官能評估結果因期作而異，但其間之相關關係大數相同，故將兩期作資料合併，由20個性狀之相關矩陣進行主成分因子分析。結果列如表五。由表五顯示，此20個性狀品種間或期作間的差異，可以由四個潛在的主成分因子來解釋。四個主成分因子對20個性狀之變方總和的解釋率高達92.7%，並且此四潛在因子對各性狀之決定係數皆在0.84以上。20個性狀在四個主成分因子負荷量中表現最高者，在第一主因子包括凝膠展延性與食味官能評估之外觀、香、口味、粘性及總評等五個項目。第二主因子則以鹼性擴散值、直鏈澱粉含量、米飯質地之硬度、凝集性、彈力性、粘結性、咀嚼性等之負荷量最高。第三主因子以粗蛋白質含量之因子負荷量最大，而鹼性擴散值亦不低。至於第四主因子則包括米飯之粘度、均衡度、附著性、粘著性、食味結構指數等項。

若分別就食味總評在四個主因子負荷量而言，僅第三主因子偏低外，其餘三者絕對值皆高於0.44。共同受第一主因子影響者除前述表現最高的性狀外，尚有直鏈澱粉含量、米飯質地之硬度、粘度、均衡度、粘結性、咀嚼性、食味結構指數等表現亦頗高。而共同受第二主因子影響較大者另有米飯質地之均衡度、附著性。至於共同受第四主因子影響亦不低者，還

有凝膠展延性、直鏈澱粉含量、米飯質地之凝集性、彈力性。又除第三主因子稍有變異外，各性狀在其餘三個主因子所表現之正或負關係和其間之相關關係相同。

表五、兩作下 16 個水稻品種其 20 個性狀在四個主因子之負荷量

Table 5. Loading of 20 traits on four principal factors derived from data on 16 rice cultivars for both seasons

Variable	Estimated rotated factor loading				Communalities
	F ₁	F ₂	F ₃	F ₄	
Alkali spreading	0.40973	-0.58314	0.55627	0.24121	0.8756
Crude protein content	-0.13184	0.09337	-0.94216	-0.07140	0.9189
Gel consistency	0.79406	-0.32010	0.06302	0.41188	0.9066
Amylose content	-0.46270	0.72144	-0.10957	-0.44603	0.9455
Hardness	-0.58422	0.72965	0.02372	-0.26599	0.9450
Viscousness	0.46520	-0.40703	0.08679	0.76286	0.9716
Balance	0.47086	-0.50993	0.14007	0.67463	0.9565
Cohesiveness	-0.13496	0.83708	-0.24755	-0.39722	0.9380
Adhesiveness	0.31139	-0.53414	0.39685	0.64609	0.9572
Springiness	-0.03058	0.75778	-0.25155	-0.39227	0.9723
Gumminess	-0.51380	0.78466	-0.02479	-0.30856	0.9755
Chewiness	-0.48830	0.79997	-0.03310	-0.32191	0.9831
Stickiness	0.24952	-0.34860	0.09681	0.81888	0.8637
Textural palatability index	0.46101	-0.33424	0.17077	0.78402	0.9681
Appearance	0.81051	-0.24893	0.28202	0.35354	0.9234
Aroma	0.83807	-0.10044	0.32909	0.15493	0.8448
Flavor	0.68103	-0.45150	0.08381	0.53484	0.9607
Cohesion	0.69638	-0.43199	0.04182	0.53279	0.9572
Hardness	-0.59625	0.46831	0.00567	-0.57540	0.9059
Overall in sensory test	0.64419	-0.44052	-0.00161	0.57634	0.9412
Variance accounted for (%)	75.41	6.8	6.41	4.04	
Cumulative variance accounted for (%)	75.41	82.21	88.62	92.66	

* Property detected by Texturometer.

** Property tasted by Panel Test.

討 論

由食品口感之好壞而決定其為人接受或拒絕的主要因素為外觀、顏色、氣味、口味、溫度和質地，入口前影響最大者為外觀和顏色，入口後首先感覺的是氣味、口味及溫度，待咀嚼後則感受其質地，最後才可綜合估量食品的品質⁽¹⁵⁾。米飯食味官能品評結果應具有消費群代表性⁽²¹⁾，然其受制的影響因素頗多，若能配合和食味有關之儀器或理化性分析之合理解釋，甚至在水稻育種工作龐大材料之篩選，藉由和食味有關之某些理化性予以判定，對於將來良質水稻品種之選育，將有極大的助益。

稻米之理化性質因栽培季節不同而異，氣候明顯的改變應為主因。然而兩期作白米理化性、米飯質地與食味官能評估間相關關係之相同，卻顯示氣候等環境因素並未影響到各性狀間的相互關係。白米理化性除粗蛋白質含量外，直鏈澱粉含量、鹼性擴散值、凝膠展延性皆為與澱粉有關之性狀⁽¹⁷⁾。而米飯質地之多個性狀中，最重要的應為硬度及粘度，Juliano等人⁽¹⁸⁾亦持相同看法，並認為儀器測定兩性狀之結果甚至優於人為食味官能評估。

白米中澱粉約佔90%，其次為蛋白質約佔7~9%⁽¹⁹⁾，故其理化性受澱粉之影響應較大。澱粉組成分之直鏈澱粉含量的增加，不僅降低鹼性擴散值與凝膠展延性，對於米飯質地亦應有某種程度之影響，使得硬度增加而粘度降低，此亦和Juliano等人⁽¹⁸⁾研究結果符合。Battacharya等⁽¹²⁾曾指出蛋白質含量和稻米其他理化性間並無關聯存在，本試驗亦獲致相同結果，雖然粗蛋白質含量在品種間有顯著的差異，但可能其變化範圍較窄，而無法顯現出其效應。

食味評估結果顯示僅有硬生增加會使總評降低，其雖有人為主觀因素之參予，但與白米理化性及用儀器定之米飯質地結果皆能吻合，此亦顯示實驗室內之理化性分析確有替代食味官能品評之可能。

由於所調查之理化性頗多，而因子分析可使受到共同影響因素的變數集中。就食味官能評估之總評而言，除當然受官能評估時之其他項目的影響外，其次為受到粘度有關性狀之正面影響，再則為硬度有關性狀的負面影響。至於粗蛋白質含量幾無作用可言。然而影響食味官能估評結果之性狀中，鹼性擴散值、凝膠展延性及直鏈澱粉含量等與澱粉有關之白米理化性之影響不容忽視。鹼性擴散值和凝膠展延性之提高與直鏈澱粉含量之降低，會使米飯質地粘與較軟，而提高食用品質。

因參試品種皆為省內栽培品種，範圍較窄，若將取樣變異擴大，甚至分群，並增加有關的稻米理化性分析項目，對於食味與稻米理化性間之關係，可獲致更多之訊息。

誌 謝

本試驗經費承行政院農業委員會補助，文中統計方法蒙中興大學農藝系林俊隆博士指導，謹誌誠摯謝忱。

參考文獻

1. 竹生新治郎、渡邊正造、杉本貞三、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。
2. 竹生新治郎、渡邊正造、杉本貞三、真部尚武、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。
3. 江幡守衛、平澤惠子 1980 米飯？？？？？ -？？？？ 日作東海支部研究梗概 88:39-45。
4. 江幡守衛、平澤惠子 1982 米飯？？？？？ -？關？？研究 第1報？？？？？ -？食味？？關係？？？ 日作紀 51(2):235-241。
5. 江幡守衛、平澤惠子、柴田 哲 1982 米飯？？？？？ -？關？？研究 第2報 粒形、成熟度、粒質？影響 日作紀 51(2):242-247。

6. 宋功 1986 稻米品質分級與改良 四十年來臺灣地區稻作生產改進專輯 p.109-125。
7. 岡部元雄 1977 米飯? 食味? 關? ? 研究 - ? ? 1 *New Food Industry* 19(4):65-71。
8. 鄔宏潘 1974 生物統計分析講座 - 7.多變量分析法 *科學農業* 22:159-165。
9. 許愛娜、宋勳 1988 稻米物理化學性質與食味間相關關係之探討 臺中區農業改良場研究彙報 18:42-48。
10. 許愛娜、宋勳 1988 稻米食味與其理化性質關聯性之探討 稻米品質研討會專集 p.91-104。
11. 謝順景、宋勳、邱玲瑛 1984 稻米品質分級之研究(1) 臺中區農業改良場研究彙報 8:1-8。
12. Bhattacharya, K. R., C. M. Sowbhagya, and Y. M. Indudhara Swamy. 1982. Quality profiles of rice: a tentative scheme for classification. *J. Food Sci.* 47:564-569.
13. Briggs, K. G., and L. H. Shebeski. 1972. An application of factor analysis to some breadmaking quality data. *Crop Sci.* 12:44-46.
14. Denis, J. C., and M. W. Adams. 1978. A factor analysis of plant variables related to yield in dry beans. I. Morphological traits. *Crop Sci.* 18:74-78.
15. Izutsu, T., and K. Wani. 1985. Food texture and taste: A review. *Journal of Texture Studies* 16:1-28.
16. Johnson, R. A., and D. W. Wichern. 1982. Factor analysis. p.401-445. in: *Applied "multi-variate statistical analysis.* Prentice- Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, U.S.A.
17. Juliano, B. O. 1985. *Rice: chemistry and technology.* St. Paul, Minnesota. U.S.A.
18. Juliano, B. O., C. M. Perez, S. BarBer, A. B. Blakeney, T. Iwasaki, 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.
19. Larmond, E. 1982. *Laboratory methods for sensory evaluation of food.* Research Branch. Canada Department of Agriculture. Ottawa, Canada.
20. Little, R. R., Hilder, G. B., and Dawson, E. H. 1958. Differential effect of dilute alkali on 25 varieties of milled white rice. *Cereal Chem.* 35:111-126.
21. Okabe, M. 1979. Texture measurement of cooked rice and its relationship to the eating quality. *J. Texture Studies* 10:131-152.
22. Perez, C. M. 1979. Gel consistency and viscosity of rice. p.293-302 in: *Proceedings of the workshop on chemical aspects of rice grain quality.* Int. Rice Res. Inst., Los Banos, Laguna, Philippines.
23. Seller, G. J., and R. E. Stafford. 1985. Factor analysis of components of yield in guar. *Crop Sci.* 25:905-908.
24. Sowbhagya, C. M., B. S. Ramesh and K. R. Bhattacharya. 1987. The relationship between cooked - rice texture and physicochemical characteristics of rice. *J. Cereal Sci.* 5:287-297.
25. Walton, P. D. 1972. Factor analysis of yield in spring wheat. *Crop Sci.* 12: 731-733.

A Factor Analysis of Physicochemical Properties Related to Palatability in Rice¹

A. N. Hsu and S. Song²

ABSTRACT

A factor analysis using principal component solution was performed on 20 palatability-concerning physicochemical properties of 16 cultivars of rice (*Oryza sativa* L.). Gel consistency of milled rice, appearance, aroma, flavor, cohesion, hardness and overall in sensory evaluation of panel test consisted a eating quality - relating factor (Factor 1). Factor 2 was considered a hardness-relating factor, consisted of alkali spreading value, amylose content of milled rice, hardness, cohesiveness, springiness, gumminess and chewiness of cooked rice. Factor 3 only consisted of crude protein content. Factor 4 was considered a stickiness-relating factor, and consisted of viscousness, balance, adhesiveness, stickiness, and textural palatability index of cooked rice.

Key words: rice, physicochemical properties, texture, palatability, correlation, factor analysis.

¹. Contribution No. 0204 from Taichung DAIS.

². Assistant Agronomist and Head of Crop Improvement Division of Taichung DAIS, respectively.