

米飯食味特性與白米醇溶性 及鹼溶性蛋白質間相關之研究¹

洪梅珠^{2*}、簡珮如³、盧虎生⁴

摘 要

利用30個秈稈稻品種，探討品種間米飯食味特性之差異，及其與醇溶性及鹼溶性蛋白質間之相關關係，以供為選拔優良食味品系之參考。結果發現米飯的外觀、香味、口感、黏度、硬度及食味總評在品種間有顯著差異存在，稈稻的米飯外觀、口感及食味總評顯著優於秈稻，米飯的黏度亦顯著比秈稻高，但米飯的硬度則顯著比秈稻低。若將參試的水稻品種區分為台灣稈稻、日本稈稻、台灣秈稻(低直鏈澱粉含量)、台灣秈稻(高直鏈澱粉含量)及IRRI秈稻等五個類型時，發現米飯的食味總評以台灣秈稻(高直鏈澱粉含量)最差，IRRI秈稻次之，而以日本稈稻最佳。一般米飯的外觀佳、口感好、黏度強及硬度小的品種，其食味較佳。

秈稻的鹼溶性蛋白質含量與稈稻無顯著差異存在，但秈稻的醇溶性蛋白質含量顯著比稈稻高。五種類型的水稻中，以IRRI秈稻的醇溶性蛋白質含量最高，台灣稈稻及日本稈稻最低。對20個稈稻及27個低直鏈澱粉含量的品種而言，鹼溶性蛋白質含量與食味特性間，並無相關存在。綜合30個品種、27個低直鏈澱粉品種(含秈稻及稈稻)或10個秈稻品種而言，亦無任何食味特性與醇溶性蛋白質含量呈顯著相關。但若就20個稈稻品種而言，醇溶性蛋白質含量與米飯的外觀、香味、口感、黏度及米飯食味總評皆呈顯著負相關。本研究結果顯示鹼溶性蛋白質含量的高低，可能不會明顯影響稈稻食味的良劣，但醇溶性蛋白質含量的增加，則可能降低稈稻的食味品質。因此，未來在稈稻育種上，可嘗試選育高鹼溶性蛋白質含量及低醇溶性蛋白質含量的品種，不但可藉由降低醇溶性蛋白質的含量，達到提高稈稻的食味品質，亦可同時提升稈稻的營養品質。

關鍵字：稻米、醇溶性蛋白質、鹼溶性蛋白質、米飯食味。

前 言

稻米是台灣地區最主要的糧食作物，隨著國民生活水準的提高，消費者對食米品質愈加重視，因此米飯食味成爲一個受到重視的特性^(2, 11)。稻米中粗蛋白質含量約占5~12%，不但是人體所需熱量的重要來源，亦是人體所需蛋白質的主要來源之一，其對米粒營養及食味皆有重要影響^(18, 31)。與其他穀類相比，稻米的蛋白質含有較高的離胺酸(lysine)及甲硫鉍

¹ 台中區農業改良場研究報告第 0472 號。

² 台中區農業改良場副研究員。

³ 國立台灣大學農藝系研究生。

⁴ 國立台灣大學農藝系教授。

* 通訊作者。

酸(methionine)等人體必需胺基酸，其胺基酸組成的均衡性較佳，因此營養價值較高，但如果穀粒中的蛋白質含量增加，米飯的食味品質有變差的趨勢^(10,13,14,26)。因此，如何在營養與食味品質間，找到一個平衡點，是相當重要的問題。日本學者Matsue等⁽²⁸⁾曾指出，稻米醇溶性蛋白質含量與食味呈負相關，可作為育種選拔的指標之一。而過去國內對稻米蛋白質與食味品質關係之探討，多數集中在粗蛋白質的研究^(5,10,26)，對貯藏性蛋白質的研究較少⁽¹²⁾。由於水稻種子內的水溶性蛋白質及鹽溶性蛋白質含量相當少，且品種間的差異相對較小，因此大部分學者對水稻貯藏性蛋白質的研究，主要集中在醇溶性蛋白質及鹼溶性蛋白質^(19,20,24, 29)。故本文擬先針對品種群間食味特性、醇溶性及鹼溶性蛋白質含量之差異加以比較，進而探討醇溶性及鹼溶性蛋白質含量與米飯食味特性之相關關係，以作為今後育種上選拔優良食味品種之參考，期對國內稻米品質改良有所助益。

材料及方法

以台梗1號(Taikeng 1)、台梗2號(Taikeng 2)、台梗3號(Taikeng 3)、台梗4號(Taikeng 4)、台梗5號(Taikeng 5)、台梗6號(Taikeng 6)、台梗8號(Taikeng 8)、台梗9號(Taikeng 9)、台梗11號(Taikeng 11)、台中65號(Taichung 65)、台中189號(Taichung 189)、台中190號(Taichung 190)、台農67號(Tainung 67)、台農72號(Tainung 72)、高雄141號(Kaohsiung 141)、高雄142號(Kaohsiung 142)、吉野1號(Yoshino 1)、絹光(Kinuhikari)、越光(Koshihikari)及はやゆき(Hayayuki)等20個低直鏈澱粉含量的粳稻品種，台中秈3號(Taichung sen 3)、台中秈10號(Taichung sen 10)、台秈1號(Taisen 1)、台農秈20號(Tainung sen 20)、IR27069-B-53-B-B-1-4-3、IR27130-3-4及IR13754-6-4等7個低直鏈澱粉含量的秈稻品種，台中在來1號(Taichung native 1)、台農秈19號(Tainung sen 19)及台南秈15號(Tainan sen 15)等3個高直鏈澱粉含量的秈稻品種，共計30個品種為材料，種植於台中區農業改良場之試驗田，田間採逢機完全區集設計(RCBD)，二重複，行株距30×15 cm，多本植。收穫後之稻穀以45℃恆溫烘乾至水分含量為14±0.5%，碾成白米後分析下列各項目。

醇溶性及鹼溶性蛋白質之定量分析

醇溶性及鹼溶性蛋白質的萃取方法依Lookhart *et al*⁽²⁷⁾之方法修改後進行⁽²¹⁾。首先將白米磨成粉末，然後稱取100 mg粉末，再進行醇溶性及鹼溶性蛋白質的抽取及定量。

- 一、鹼溶性蛋白質的抽取：加入5倍體積5%之acetic acid，內含5% 2-mercaptoethanol抽取液(0.5 mL)，充分以Vortex攪拌後置於振盪器上搖動1小時，以4,000 g離心10分鐘後，取上清液，沉澱物再加入0.5 mL抽取液重覆進行抽取三次，搖動時間改為30分鐘，將上清液混合後，保存於4℃下待進行蛋白質定量。
- 二、醇溶性蛋白質的抽取：加入5倍體積60%之1-propanol內含5% 2-mercaptoethanol抽取液(0.5 mL)，充分以Vortex攪拌後置於振盪器上搖動1小時，以4,000 g離心10分鐘後，取上清液，沉澱物再加入0.5 mL抽取液重覆進行抽取三次，搖動時間改為30分鐘，將上清液混合後，保存於4℃下，待進行蛋白質定量，保存期限不超過三天。
- 三、蛋白質的定量：以Bradford⁽¹⁷⁾方法進行，並且以小牛血清蛋白(BSA)為標準液設定標準曲線。取各樣品上清液加入96-well microplate中並加入染劑，待反應呈色後以microplate

reader (Biotek, EL340, USA)於波長595 nm下讀O.D.值，最後以標準曲線換算醇溶性及鹼溶性蛋白質之含量。

米飯食味官能評估

利用六人份日製電子鍋蒸煮測試樣品，每樣品稱取白米400 g，以強勁水流快速攪拌後排水，重複三次，洗米動作要輕快。低直鏈澱粉含量品種之加水量為米重之1.35倍，高直鏈澱粉含量品種則為米重之2.1倍，加水後放入電子鍋內靜置半小時，始按下開關。待開關跳起，燜20分鐘後將飯攪鬆，蓋上紗布再燜一小時即可試食。試食時分別就米飯之外觀、香味、口味、黏性、硬性及食味總評與對照品種比較。與對照相同者打0，比對照優良者，依其程度可由+1~+3，比對照差者，依其程度可由-1~-3。

結果與討論

我國及日本對稻米的利用，以米飯為主要的消費形式，因此米飯食味的優劣，在市場流通上，是一個非常受到關注的問題^(2,8,11)。國內食米的消費已由1973年的每人每年134 kg白米，降到1995年的59.1 kg⁽⁹⁾，消費者對稻米的需求趨向追求高品質，同時我國亦正積極爭取加入世界貿易組織，未來勢必開放稻米進口，為減輕對國內稻農的衝擊，及建立消費者對國產稻米的信心與支持，政府積極輔導稻米品質改良研究工作。而影響稻米品質的因素非常多^(1,3-7,15,16)，其中品種被認為是影響程度最大的因素⁽¹⁶⁾，不同的品種具有不同的遺傳特質，宋⁽²⁾、宋及洪⁽³⁾及劉等⁽¹⁰⁾之報告均指出台灣水稻品種間的米質有顯著差異存在。而本實驗檢定30個水稻品種的米飯官能食味特性，經變方分析的結果發現米飯的外觀、香味、口感、黏度、硬度及食味總評在品種間之變異均達顯著水準(表一)。若將30個參試的水稻品種區分為粳稻及秈稻兩群，則可明顯觀察出除了米飯的香味在粳稻與秈稻間無顯著差異外，粳稻的米飯外觀、口感及食味總評均顯著優於秈稻，黏度亦顯著比秈稻高，但米飯的硬度則顯著比秈稻低(表二)，顯示粳稻及秈稻在米飯官能食味特性上的確有差異存在。而秈稻食味較差的原因，可能是秈稻參試品種中，包含高直鏈澱粉含量的品種所致，一般高直鏈澱粉含量的秈稻品種，其食味比較差^(5,10)。若進一步將30個參試的水稻品種區分為台灣粳稻(低直鏈澱粉含量)、日本粳稻(低直鏈澱粉含量)、台灣秈稻(低直鏈澱粉含量)、台灣秈稻(高直鏈澱粉含量)及IRRI秈稻(低直鏈澱粉含量)等五個類型，由結果可知米飯的外觀、香味、口感及黏度均以高直鏈澱粉含量的台灣秈稻品種最差，其餘四個類型間則無顯著差異存在。米飯的食味總評仍以高直鏈澱粉含量的台灣秈稻品種最差，低直鏈澱粉含量的IRRI秈稻品種次之，而以低直鏈澱粉含量的日本粳稻品種最佳(表三)。

表一、米飯官能食味特性之變方分析

Table 1. Analysis of variance for palatability characteristics by sensory test

Source	df	Appearance	Aroma	Flavor	Cohesion	Hardness	Overall sensory evaluation
Variety	29	17.07**	4.85**	17.09**	23.24**	6.36**	19.75**
Block	1	0.01	0.01	0.06	0.05	0.01	0.05

** : Significant at 1% probability level.

Values in this table are sum of squares.

表二、粳稻及秈稻米飯官能食味特性、鹼溶性及醇溶性蛋白質之比較

Table 2. Comparisons of palatability characteristics of cooked rice and gluteline and prolamine contents between japonica and indica rice

	Japonica rice	Indica rice
Appearance	0.205*	-0.184
Aroma	0.123	0.195
Flavor	0.142*	-0.383
Cohesion	0.140*	-0.520
Hardness	-0.083*	0.116
Overall sensory	0.143*	-0.434
Gluteline ($\mu\text{g}/\text{mg}$)	22.042	23.605
Prolamine ($\mu\text{g}/\text{mg}$)	1.184*	1.658

*: Significant at 5% probability level.

表三、不同類型水稻品種間米飯官能食味特性、鹼溶性及醇溶性蛋白質之比較

Table 3. Comparisons of palatability characteristics of cooked rice and gluteline and prolamine contents among different types of rice varieties

	Japan japonica rice	Taiwan japonica rice	Taiwan indica rice with low amylose content	Taiwan indica rice with high amylose content	IRRI indica rice
Appearance	0.260a [#]	0.191a	0.377a	-1.104b	-0.013a
Aroma	0.105ab	0.128ab	0.279ab	-0.038b	0.317a
Flavor	0.110a	0.150a	0.136a	-1.471b	0.013a
Cohesion	0.178a	0.130a	0.042a	-1.725b	-0.063a
Hardness	-0.011a	-0.101a	0.103a	0.121a	0.129a
Overall sensory	0.225a	0.123ab	0.175ab	-1.563c	-0.117b
Gluteline ($\mu\text{g}/\text{mg}$)	21.888a	22.080a	22.360a	25.020a	23.850a
Prolamine ($\mu\text{g}/\text{mg}$)	1.180c	1.185c	1.533b	1.300bc	2.183a

[#]: Means with the same letter of a row are not significant at 5% probability level.

進一步求算米飯食味總評與其他5個官能食味特性間之相關(表四)，發現若就30個品種而言，米飯食味總評除與米飯香味無顯著相關外，米飯食味總評與米飯的外觀、口感及黏度呈顯著正相關，與米飯的硬度則呈顯著負相關。顯示米飯的外觀佳、口感好、黏度強及硬度小的品種，其食味較佳，此與過去洪等⁽⁵⁾之研究結果相似。若就27個低直鏈澱粉品種(含秈稻及粳稻)或20個粳稻品種而言，其與30個品種的結果相似，即米飯食味總評除與米飯香味無顯著相關外，與其他4個食味特性皆呈極顯著相關。若就10個秈稻品種而言，米飯食味總評除與米飯香味及硬度無顯著相關外，米飯食味總評與其他3個食味特性皆呈極顯著相關。顯示不同品種群間，米飯食味總評與其他食味特性間之相關關係大致相同。

一般水稻穀粒中粗蛋白質含量約占5~12%，其中90%以上為貯藏性蛋白質，依溶解特性的不同，可區分為水溶性蛋白質(albumins)、鹽溶性蛋白質(globulins)、醇溶性蛋白質

(prolamines)及鹼溶性蛋白質(glutelins)等四種^(21,22,28,30)。各個貯藏性蛋白質依品種及栽培環境可有相當之變異存在⁽²⁵⁾，依據簡⁽¹²⁾之研究報告指出，四種貯藏性蛋白質中以醇溶性蛋白質及鹼溶性蛋白質的含量，在品種間的變異範圍相對較大，且醇溶性及鹼溶性蛋白質合計已約占貯藏性蛋白質含量的85%⁽³³⁾，故本文選擇分析醇溶性及鹼溶性蛋白質的含量，進而探討其與米飯食味特性間之相關關係。由表二發現鹼溶性蛋白質的含量，在秈稻及粳稻間無顯著差異存在，但秈稻的醇溶性蛋白質含量顯著比粳稻高。若就五種類型的水稻相互比較，鹼溶性蛋白質的含量在五種類型的水稻間無顯著差異存在，但就醇溶性蛋白質含量而言，以低直鏈澱粉含量的IRRI秈稻品種最高，台灣秈稻品種(包括低直鏈澱粉含量及高直鏈澱粉含量的品種)次之，而以低直鏈澱粉含量的台灣粳稻及日本粳稻最低(表三)。醇溶性蛋白質及鹼溶性蛋白質主要分佈於糊粉層以下之胚乳澱粉層，分別累積於蛋白質體-I及-II中，與澱粉顆粒作緊密的排列，兩者在營養價值及消化特性上有很大的差異。醇溶性蛋白質的胺基酸組成，以疏水性胺基酸為主，glutamine 含量較高，lysine、cysteine、methionine等必需胺基酸含量較低，因此營養價值低⁽²³⁾。鹼溶性蛋白質含有較多的lysine、arginine、glycine等必需胺基酸，是米粒中主要的蛋白質營養源⁽³⁵⁾，同時鹼溶性蛋白質比醇溶性蛋白質容易被分解消化⁽³⁴⁾。換言之，若醇溶性蛋白質含量高，不但營養價值低，消化品質亦不佳。因此依據上述之結果，推測就蛋白質的營養價值與消化品質而言，粳稻應優於秈稻。

表四、米飯食味總評與其他官能食味特性間之相關係數

Table 4. Correlation coefficients between overall sensory and other palatability characteristics of cooked rice

	Overall sensory of 30 varieties	Overall sensory of 20 japonica varieties	Overall sensory of 10 indica varieties	Overall sensory of 27 low amylose varieties
Appearance	0.944**	0.927**	0.956**	0.926**
Aroma	0.182	0.347	0.255	-0.001
Flavor	0.982**	0.910**	0.994**	0.924**
Cohesion	0.980**	0.954**	0.982**	0.913**
Hardness	-0.443*	-0.797**	-0.230	-0.767**

**,: Significant at 1 % and 5 % probability levels respectively.

表五、白米鹼溶性蛋白質含量與米飯官能食味特性間之相關係數

Table 5. Correlation coefficients between glutelin content of milled rice and palatability characteristics of cooked rice

	Glutelin of 30 varieties	Glutelin of 20 japonica varieties	Glutelin of 10 indica varieties	Glutelin of 27 low amylose varieties
Appearance	-0.368*	-0.173	-0.521	-0.346
Aroma	0.001	-0.258	0.277	0.014
Flavor	-0.334	-0.142	-0.452	-0.325
Cohesion	-0.367*	-0.205	-0.486	-0.366
Hardness	0.447*	0.114	0.751*	0.297
Overall sensory evaluation	-0.333*	-0.151	-0.444	-0.309

*: Significant at 5% probability level.

進一步求算鹼溶性蛋白質含量與米飯食味總評間之相關，發現若就綜合30個品種而言，鹼溶性蛋白質含量除與香味及口感無顯著相關外，鹼溶性蛋白質含量與米飯的外觀、黏度及米飯食味總評呈顯著負相關，與米飯的硬度則呈顯著正相關。顯示鹼溶性蛋白質含量高時，米飯的外觀較差、黏度較低、硬度較大，且其食味較差。若就27個低直鏈澱粉品種(含秈稻及稈稻)或20個稈稻品種而言，沒有任何食味特性與鹼溶性蛋白質含量呈顯著相關。若就10個秈稻品種而言，僅米飯的硬度與鹼溶性蛋白質含量呈顯著正相關。顯示不同品種群間，鹼溶性蛋白質含量與食味特性間之相關關係亦不同，以綜合所有品種時，所得之相關性較高，秈稻品種單獨時次之，對稈稻及低直鏈澱粉含量的品種而言則無相關存在。

換算醇溶性蛋白質含量與米飯食味總評間之相關(表六)，發現若就綜合30個品種、27個低直鏈澱粉品種(含秈稻及稈稻)或10個秈稻品種而言，沒有任何食味特性與醇溶性蛋白質含量呈顯著相關。但若就20個稈稻品種而言，醇溶性蛋白質含量除與米飯的硬度無顯著相關外，醇溶性蛋白質含量與米飯的外觀、香味、口感、黏度及米飯食味總評皆呈顯著負相關。顯示不同品種群間，醇溶性蛋白質含量與食味特性間之相關關係亦不同。顯示對稈稻而言，醇溶性蛋白質含量高時，米飯的外觀、香味及口感較差、黏度較低，而且米飯的食味總評亦較差，對其他的品種群時，則無此現象存在。

表六、白米醇溶性蛋白質含量與米飯能食味特性間之相關係數

Table 6. Correlation coefficients between prolamine content of milled rice and palatability characteristics of cooked rice

	Prolamine of 30 varieties	Prolamine of 20 japonica varieties	Prolamine of 10 indica varieties	Prolamine of 27 low amylose varieties
Appearance	-0.102	-0.517*	0.341	-0.194
Aroma	0.111	-0.559*	0.399	0.126
Flavor	-0.088	-0.591**	0.434	-0.301
Cohesion	-0.095	-0.538*	0.432	-0.295
Hardness	0.166	0.325	-0.105	0.277
Overall sensory evaluation	-0.123	-0.545*	0.397	-0.337

**,* : Significant at 1 % and 5 % probability levels respectively.

國內以食用稈稻為主，秈稻次之，水稻育種也分為稈稻育種及秈稻育種，育成具優良食味的品種，是目前水稻育種的重要目標之一。就上述的相關分析結果發現，醇溶性蛋白質含量的高低，不會明顯影響秈稻的食味良劣；鹼溶性蛋白質含量的增加，只會造成秈稻米飯硬度增加，對食味總評亦無顯著影響。唯本文中採用的秈稻品種數較少，未來若能增加品種數，或許能獲得更多的訊息。鹼溶性蛋白質含量的高低，不會明顯影響稈稻的食味良劣，但醇溶性蛋白質含量的增加，則明顯降低稈稻的食味品質。因此，未來在稈稻育種上，可選育高鹼溶性蛋白質含量及低醇溶性蛋白質含量的品種，不但可藉由降低醇溶性蛋白質的含量，達到提高稈稻的食味品質，亦可同時提升稈稻的營養品質。故本文的研究結果對選拔好吃又營養的稈稻新品種將有所助益。

誌 謝

本試驗工作承本場稻米品質研究室同仁鼎力協助辦理，在此謹致誠摯謝意。

參考文獻

1. 何榮祥、洪梅珠 1995 稻穀乾燥技術與米質 台中區農推專訊 146: 1-12。
2. 宋勳 1986 稻米品質分級與改良 p.109-125 四十年來台灣地區稻作生產改進專輯 黃正華先生農學獎學金基金會出版。
3. 宋勳、洪梅珠 1990 稻米理化性質之研究 II、稻米理化性質在不同栽培季節間之變異 台中區農業改良場研究彙報 27: 15-28。
4. 宋勳、許愛娜、洪梅珠、方再秋、林國清、蕭光輝、江瑞拱、李超運、陳楚山、曾東海、楊遜謙 1988 良質米生產區域穩定性之探討 p.199-219 稻米品質研討會專集 台灣省台中區農業改良場編印。
5. 洪梅珠、宋勳、劉慧瑛、林禮輝 1989 稻米理化性質之研究 I.官能食味特性與米粒外貌及化學性質間相關之研究 台中區農業改良場研究彙報 24:53-62。
6. 侯福分、洪梅珠、宋勳 1988 土壤質地對稻米品質之影響 台中區農業改良場研究彙報 19: 55-63。
7. 陳貽倫 1995 影響稻米品質的因素 p.1-26 稻米倉儲加工作業技術手冊第二輯 稻米倉儲行政院農業委員會「降低稻米製銷成本技術服務團」編印。
8. 堀末登講述、謝順景筆錄 1983 稻米之米質改良、檢定、分級及運銷(上) 台灣農業 19(1):24-40。
9. 臺灣省政府糧食局 1997 台灣地區糧食生產情形及業務概況 p.31-32 臺灣省政府糧食局編印。
10. 劉慧瑛、林禮輝、宋勳、洪梅珠 1988 台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。
11. 劉麗雲 1988 良質米嗜食性調查研究 p.49-59 宋勳、洪梅珠主編 稻米品質研究會專集 彰化 台中區農業改良場。
12. 簡珮如 1997 稻米貯藏性蛋白質之變異及其與食味之相關 國立台灣大學農藝學研究所碩士論文。
13. 竹生新治郎、渡邊正造、杉本貞三、酒井藤敏、谷口嘉廣 1983 米のの食味と理化學的性質の關連 澱粉科學 30(4):333-341。
14. 竹生新治郎、渡邊正造、杉本貞三、真部尙武、酒井藤敏、谷口嘉廣 1985 多重回歸分析による米の食味の判定式の設定 澱粉科學 32(1):51-61。
15. 長戸一雄 1971 貯藏および乾燥方法が米の炊飯特性に及ぼす影響 日作紀 40:299-305。
16. 農林省食糧研究所 1963 米の品質と貯藏、利用 食糧技術普及シリシリ-ズ 7: 29-41。

17. Bradford, M. M. 1976 A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Anal. Biochem.* 72: 248-254.
18. Eggum, B. O., H. Satoh and B. O. Juliano. 1994. Protein quality evaluation of cooked rice for protein mutants in growing rats. *Cereal Chem.* 71: 199-201.
19. Furuta, M., H. Yamagata, K. Tanaka, Z. Kasai and S. Fujii. 1986. Cell free synthesis of the rice glutelin precursor. *Plant Cell Physiol.* 27: 1201-1204.
20. Hibino, T., K. Kidzu, T. Masumura, K. Ohtsuki, K. Tanaka, M. Kawabata and S. Fujii. 1989. Amino acid composition of rice prolamin polypeptides. *Agric. Biol. Chem.* 53:513-518.
21. Huang, Y. C., Z. Y. Lin, H. S. Lur and C. Chu. 1994. Variety identification and quality characterization of milled rice grains using reverse-phase high performance liquid chromatography. Technique development, prolamines, glutelins and variety characterization. *J. Agric. Assoc. China.* 171:1-13.
22. Juliano, B. O. 1972. Physicochemical properties of starch and protein in relation to grain quality and nutritional value of rice. p.389-405. *Rice Breeding IRRI.* Los Banos, Phillipines.
23. Juliano, B. O. 1985. Biochemical properties of rice. p.175-197. *In: Juliano, B. O. (ed.). Rice: Chemistry and Technology.* American Assoc. Cereal Chemists., USA.
24. Kim, W. T. and T. W. Okita. 1988. Structure, expression, and heterogeneity of the rice seed prolamines. *Plant Physiol.* 88:649-655.
25. Li, X. and T. W. Okita. 1993. Accumulation of prolamines and glutelins during rice seed development: a quantitative evaluation. *Plant Cell Physiol.* 34:385-390.
26. Lii, C. Y., S. M. Chang and H. L. Yang. 1986. Correlation between the physico-chemical properties and the eating quality of milled rice in Taiwan. *Bull. Inst. Chem. Academia Sinica.* 33:55-62.
27. Lookhart, G. L., B. O. Juliano and B. D. Webb. 1991. Effect of solvent extraction, environment, and genetic background on differentiating rice by reversed-phase high-performance liquid chromatography. *Cereal Chem.* 68:396-400.
28. Matsue, Y., K. Odahara and M. Hiramatsu. 1995. Differences in amylose content, amylographic characteristics and storage proteins of grains on primary and secondary rachis branches in rice. *Jpn. J. Crop Sci.* 64:601-606.
29. Ogawa, M., T. Kumamaru, H. Satoh, N. Iwata, T. Omura, Z. Kasai and K. Tanaka. 1987. Purification of protein body-I of rice seed and its polypeptide composition. *Plant Cell Physiol.* 28:1517-1527.
30. Padhye, V. W. and D. K. Salunkhe. 1979. Extraction and characterization of rice proteins. *Cereal Chem.* 56:389-393.
31. Resurreccion, A. P., X. Li, T. W. Okita and B. O. Juliano. 1993. Characterization of poorly digested protein of cooked rice protein bodies. *Cereal Chem.* 70:101-104.

32. Shotwell, M. A. and B. A. Larkins. 1989. The biochemistry and molecular biology of seed storage proteins. p.296-345. *In*: Marcus, A. (ed.). The Biochemistry of Plants: a Comprehensive Treatise. Vol.15 Academic Press, Orlando, FL.
33. Shyur, L. F., K. K. Zia and C. S. Chen. 1988. Purification and some properties of storage proteins in japonica rice. *Bot. Bull. Academia Sinica*. 29:113-122.
34. Tanaka, Y., A. P. Resurreccion, B. O. Juliano and D. B. Bechtel. 1978. Properties of whole and undigested fraction of protein bodies of milled rice. *Agric. Biol. Chem.* 42:2015-2023.
35. Wen, T. N. and D. S. Luthé. 1985 Biochemical characterization of rice glutelin. *Plant Physiol.* 78:172-177

The Relation between Palatability Characteristics and Glutein and Prolamin Contents of Rice Grains¹

Mei-Chu Hong^{2*}, Pei-Ju Chien³ and Hsu-Sheng Lur⁴

ABSTRACT

Thirty indica and japonica rice varieties were used to investigate the variation of palatability characteristics among varieties, and then to explore its relationship with glutein and prolamin contents of rice grains. The information may provide useful criteria for breeders for selecting the lines with better palatability. The results showed that there were significant differences among varieties in appearance, aroma, flavor, cohesion, hardness and overall sensory of cooked rice. In general, the appearance, flavor, and overall sensory of japonica varieties were better than those of indica varieties. Cohesion of japonica varieties was higher than that of indica varieties, but the hardness was lower than that of indica varieties. Among five different types of varieties (Taiwan japonica rice, Japan japonica rice, Taiwan indica rice with low amylose content, Taiwan indica rice with high amylose content and IRRI rice), Taiwan indica rice with high amylose content had the worst overall sensory. Japan japonica rice had the best overall sensory.

There was no significant difference between japonica and indica varieties in glutelin content, while indica varieties had higher prolamine content than japonica varieties. Among five different types of rice, IRRI rice had the highest prolamine content. For 20 japonica varieties and 27 varieties with low amylose content, glutelin content was not correlated with palatability of cooked rice. But for 20 japonica rice, prolamine content was negatively correlated with appearance, aroma, flavor, cohesion and overall sensory. Therefore, the present results suggest that prolamine and glutelin contents may be utilized in the breeding program for improving the eating or nutrition quality of japonica rice.

Key words: rice, glutelin, prolamine, palatability.

¹. Contribution No. 0472 from Taichung DAIS.

². Associate Agronomist, Taichung DAIS.

³. Graduate student, Agronomy Department, National Taiwan University.

⁴. Professor, Agronomy Department, National Taiwan University.

* Corresponding author.