

# 米飯質地特性與白米鹼溶性及醇溶性蛋白質間相關之研究<sup>1</sup>

洪梅珠<sup>2\*</sup>、盧虎生<sup>3</sup>、簡珮如<sup>4</sup>

## 摘 要

利用30個秈稈稻品種，探討品種間米飯質地特性之差異，及其與鹼溶性及醇溶性蛋白質間之相關關係，以供為選拔優良水稻品系之參考。結果發現米飯的硬度、黏度、均衡性、凝集性、附著性及彈力性在品種間有顯著差異存在。若將參試的水稻品種區分為台灣稈稻、日本稈稻、低直鏈澱粉含量台灣秈稻、高直鏈澱粉含量台灣秈稻及IRRI秈稻等五個類型時，發現低直鏈澱粉含量的台灣秈稻及IRRI秈稻有較低的米飯硬度及凝集性，與較高的米飯黏度、均衡性及附著性，高直鏈澱粉含量的台灣秈稻則相反。

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。若就綜合30個品種、10個秈稻及27個低直鏈澱粉含量的品種而言，鹼溶性蛋白質含量與米飯的彈力性，呈顯著正相關。但就20個稈稻品種而言，則無任何質地特性與鹼溶性蛋白質含量呈顯著相關。若就綜合30個品種、10個秈稻及27個低直鏈澱粉含量的品種而言，亦無任何質地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均衡性呈顯著負相關。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米飯的質地，但醇溶性蛋白質含量的增加，則可能降低稈稻米飯的均衡性，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，達到提高稈稻米飯的均衡性，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、米飯質地。

## 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<sup>(3,12)</sup>。而米飯的質地是影響食味良劣的重要因

<sup>1</sup> 台中區農業改良場研究報告第 0576 號。

<sup>2</sup> 台中區農業改良場副研究員兼課長。

<sup>3</sup> 國立台灣大學農藝系教授。

<sup>4</sup> 國立台灣大學農藝系研究生。

\* 通訊作者。

子之一<sup>(14-17)</sup>，為能客觀測定米飯的質地，許多學者嚐試利用儀器來檢測米飯的質地<sup>(16,17,33)</sup>，GTX-2-IN型質地分析儀係模仿人類口腔運動情形，用以測定米飯硬度、黏度、均衡性、附著性、凝集性及彈力性等特性之儀器<sup>(33)</sup>，故本研究擬利用此儀器，測定水稻品種間米飯質地特性之變異。

稻米中粗蛋白質含量約占5~12%，是人體所需蛋白質的主要來源之一，亦是人體所需熱量的重要來源，其對米粒營養及食味皆有重要影響<sup>(21,35)</sup>。與其他穀類相比，稻米的蛋白質含有較高的離胺酸(lysine)及甲硫胺酸(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<sup>(11,14,15,29)</sup>，日本學者Matsue等<sup>(31)</sup>亦認為稻米醇溶性蛋白質含量與食味呈負相關。過去國內對稻米蛋白質與米質關係之探討，多數集中在粗蛋白質的研究<sup>(6,11,29)</sup>，對貯藏性蛋白質的研究較少<sup>(13)</sup>，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，主要集中在鹼溶性蛋白質及醇溶性蛋白質<sup>(22,23,27,32)</sup>。故本文擬先針對品種群間米飯質地特性、鹼溶性及醇溶性蛋白質含量之差異加以比較，進而探討鹼溶性及醇溶性蛋白質含量與米飯質地特性之相關關係，以作為今後育種上選拔具優良質地品種之參考，期對國內稻米品質改良有所助益。

## 材料及方法

以台稈1號(Teikeng 1)、台稈2號(Teikeng 2)、台稈3號(Teikeng 3)、台稈4號(Teikeng 4)、台稈5號(Teikeng 5)、台稈6號(Teikeng 6)、台稈8號(Teikeng 8)、台稈9號(Teikeng 9)、台稈11號(Teikeng 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)等16個台灣稈稻品種，吉野1號(Yoshino 1)、絹光(Kinuhikari)、越光(Koshihikari)及はやゆき(Hayayuki)等4個日本稈稻品種，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)等4個低直鏈澱粉含量的台灣秈稻品種，IR27069-B-53-B-B-1-4-3、IR27130-3-4及IR13754-6-4等3個低直鏈澱粉含量的IRRI秈稻品種，及台中在來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台灣秈稻品種，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。

### 鹼溶性及醇溶性蛋白質之定量分析

鹼溶性及醇溶性蛋白質的萃取方法依Lookhart *et. al.*<sup>(30)</sup>之方法修改後進行<sup>(24)</sup>。首先將白米磨成粉末，然後稱取100 mg粉末，再進行鹼溶性及醇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4000 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°C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4000 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°C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<sup>(20)</sup>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鹼溶性及醇溶性蛋白質之含量。

### 白米飯質地之測定

白米10 g放入100 ml之燒杯中，低直鏈澱粉含量品種加水13.5 g，高直鏈澱粉含量品種加水21 g，浸泡30 min後，放入TAC-10H大同電鍋蒸煮，外鍋加水80 ml，等開關跳起後，燜15 min。然後取出燒杯，以濕布覆蓋30 min (置於室溫中)，再利用日本全研公司製造的GTX-2-IN型質地分析儀(texturometer)<sup>(18)</sup>測定白米飯之硬度(H, hardness)、黏度(-H, viscousness)、均衡性(-H/H, balance)、凝集性(A<sub>2</sub>/A<sub>1</sub>, cohesiveness)、附著性(A<sub>3</sub>, adhesiveness)及彈力性(a<sub>2</sub>/a<sub>1</sub>, springiness)。

## 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<sup>(3,10,12)</sup>。國內食米的消費量，已由1973年的每人每年134 kg白米，降到2001年的50 kg<sup>(1)</sup>，消費者對稻米的需求趨向追求高品質，同時我國亦已加入世界貿易組織(WTO)，並開放國外稻米進口，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<sup>(2,4-9,18,19)</sup>，其中品種被認為是影響程度最大的因素<sup>(19)</sup>，不同的品種具有不同的遺傳特質，宋<sup>(3)</sup>、宋及洪<sup>(4)</sup>及劉等<sup>(11)</sup>之報告，均指出台灣水稻品種間的米質有顯著差異存在。而米飯的質地亦是影響米飯食味良劣的重要因子<sup>(14-17)</sup>，因此本實驗檢定30個水稻品種的米飯質地特性，經變方分析的結果發現米飯的硬度、黏度、均衡性、凝集性、附著性及彈力性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台灣梗稻、日本梗稻、低直鏈澱粉含量台灣秈稻、高直鏈澱粉含量台灣秈稻及低直鏈澱粉含量IRRI秈稻等五個類型，由表二可知米飯的硬度以低直鏈澱粉含量的台灣秈稻及IRRI秈稻較低，其餘三個類型則較高。米飯的黏性則以低直鏈澱粉含量的台灣秈稻、日本梗稻及IRRI秈稻較高，台灣梗稻次之，高直鏈澱粉含量的台灣秈稻最低。均衡性為黏度與硬度的比值，數值越大，表示均衡性越大。由表二可知米飯的均衡性以低直鏈澱粉含量的台灣秈稻及IRRI秈稻較高，日本梗稻及台灣梗稻次之，高直鏈澱粉含量的台灣秈稻最低。凝集性為飯粒本身內部之黏結力量，數值越大，表示凝集性

越大。由表二可知米飯的凝集性，以高直鏈澱粉含量的台灣秈稻，及台灣稊稻較高，其餘三個類型則較低。附著性為飯粒與其他物質表面接觸時產生之黏結力量，數值越大，表示附著性越大。由表二可知米飯的附著性，以高直鏈澱粉含量的台灣秈稻最低，其餘四個類型則較高。米飯的彈力性在五個類型的水稻品種間則無顯著差異存在。

表一、白米鹼溶性、醇溶性蛋白質含量與米飯質地之變方分析

Table 1. Analysis of variance in glutelin and prolamine contents of milled rice and texture of cooked rice

Source	df	Glutelin	Prolamine	Hardness	Viscousness
Variety	29	145**	35521**	2.927**	0.838**
Block	1	0.3	62	0.001	0.005

  

Source	df	Balance	Cohesiveness	Adhesiveness	Springiness
Variety	29	0.089**	0.022**	0.403**	1.249**
Block	1	0.001	0.001	0.002	0.001

\*\* : Significant at 1% probability level.

表二、不同類型水稻品種間米飯質地、鹼溶性及醇溶性蛋白質之比較

Table 2. Comparisons of texture of cooked rice and gluteline and prolamine contents among different groups 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
Hardness	3.459a <sup>1</sup>	3.311ab	3.049c	3.391ab	3.173bc
Viscousness	0.435ab	0.404b	0.471a	0.107c	0.427ab
Balance	0.129b	0.122b	0.154a	0.032c	0.135ab
Cohesiveness	0.695bc	0.705ab	0.681c	0.712ab	0.685c
Adhesiveness	0.186a	0.192a	0.236a	0.035b	0.212a
Springiness	0.833a	0.843a	0.829a	0.842a	0.832a
Gluteline (µg/mg)	21.88a	22.08a	22.36a	25.02a	23.85a
Prolamine (µg/mg)	1.18c	1.18c	1.53b	1.30bc	2.18a

<sup>1</sup>: Means with the same letter of a row are not significant at 5% probability level.

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(albumin)、鹽溶性蛋白質(globulin)、醇溶性蛋白質(prolamine)及鹼溶性蛋白質(glutelin)等四種<sup>(24,25,31,34)</sup>。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<sup>(28)</sup>，依據簡<sup>(13)</sup>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%<sup>(37)</sup>，故本文選擇分析醇溶性及鹼溶性蛋白質的含量，進而探討其與米飯質地特性間之相關關係。由表二發現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，而以台灣粳稻及日本粳稻最低(表二)。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<sup>(26)</sup>，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<sup>(39)</sup>，同時鹼溶性蛋白質比醇溶性蛋白質容易被分解消化<sup>(38)</sup>，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，台灣及日本的粳稻應優於IRRI及台灣的秈稻。

進一步求算鹼溶性蛋白質含量與米飯質地間之相關(表三)，發現若就綜合30個品種、10個秈稻品種或27個低直鏈澱粉品種(含秈稻及粳稻)分群探討，其鹼溶性蛋白質含量與米飯的彈力性皆呈顯著正相關，顯示鹼溶性蛋白質含量高時，米飯的彈力性較大。但若就20個粳稻品種而言，則沒有任何質地特性與鹼溶性蛋白質含量呈顯著相關，顯示不同品種群間，鹼溶性蛋白質含量與質地特性間之相關關係亦不同。

表三、白米鹼溶性蛋白質含量與米飯質地間之相關係數

Table 3. Correlation coefficients between glutelin content of milled rice and texture of cooked rice

	Glutelin of 30 varieties	Glutelin of 20 japonica varieties	Glutelin of 10 indica varieties	Glutelin of 27 low amylose varieties
Hardness	0.273	0.422	0.200	0.226
Viscousness	-0.238	-0.033	-0.374	-0.097
Balance	-0.276	-0.180	-0.363	-0.167
Cohesiveness	0.104	-0.015	0.405	0.108
Adhesiveness	-0.241	-0.007	-0.488	-0.113
Springiness	0.504**	0.390	0.854**	0.443*

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

分析醇溶性蛋白質含量與米飯食味總評間之相關(表四)，發現若就綜合30個品種、27個低直鏈澱粉品種(含秈稻及粳稻)或10個秈稻品種而言，沒有任何質地特性與醇溶性蛋白質含量呈顯著相關。但若就20個粳稻品種而言，醇溶性蛋白質含量則與米飯的均衡性呈顯著負相關，顯示不同品種群間，醇溶性蛋白質含量與質地特性間之相關關係亦不同。暗示對粳稻而言，醇溶性蛋白質含量高時，米飯的均衡性較差，在其他的品種群，則無此現象存在。

國內以食用粳稻為主，秈稻次之，水稻育種也分為粳稻育種及秈稻育種，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質地，但鹼溶性蛋白質含量的增加，會提高秈稻米飯彈力性，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，不會明顯影響粳稻的質地，但醇溶性蛋白質含量的增加，則明顯降低粳稻

米飯的均衡性，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，達到提高稈稻米飯的均衡性，亦可同時提升稈稻的營養品質，故本文的研究結果對選拔米飯均衡性高又營養的稈稻新品種將有所助益。

表四、白米醇溶性蛋白質含量與米飯質地間之相關係數

Table 4. Correlation coefficients between prolamine content of milled rice and texture of cooked rice

	Prolamine of 30 varieties	Prolamine of 20 japonica varieties	Prolamine of 10 indica varieties	Prolamine of 27 low amylose varieties
Hardness	-0.229	0.334	-0.515	-0.211
Viscousness	-0.054	-0.383	0.258	-0.159
Balance	-0.008	-0.444*	0.272	-0.072
Cohesiveness	-0.288	-0.140	-0.199	-0.279
Adhesiveness	-0.068	-0.430	0.218	-0.127
Springiness	-0.100	0.043	-0.020	-0.049

\*: Significant at 5% probability level.

## 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. 行政院農業委員會 2002 民國九十一年農業統計年報(電子書) 行政院農業委員會編印。
2. 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。
3. 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。
4. 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。
5. 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。
6. 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。
7. 洪梅珠、簡佩如、盧虎生 2000 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 台中區農業改良場研究彙報 67:1-10。
8. 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。

9. 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 行政院農業委員會「降低稻米製銷成本技術服務團」編印。
10. 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。
11. 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。
12. 劉麗雲 1988 良質米嗜食性調查研究 p.49-59 稻米品質研究會專集 宋勳、洪梅珠主編 彰化台中區農業改良場。
13. 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。
14. 竹生新治郎、渡邊正造、杉本貞三、酒井藤敏、谷口嘉廣 1983 米の食味と理化學的性質の關連 澱粉科學 30(4):333-341。
15. 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。
16. 江幡守衛、平澤惠子 1980 米飯のテワスチャーについて 日作東海支部研究梗概 88:39-45。
17. 江幡守衛、平澤惠子 1982 米飯のテワスチャーに関する研究 第1報 テワスチャーと食味との關係について 日作紀 51(2):235-241。
18. 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。
19. 農林省食糧研究所 1969 米の品質と貯藏、利用 食糧技術普及シリーズ 7: 29-41。
20. 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.
21. 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.
22. Furuta, M., H. Yamagata, K. Tanaka, Z. Kasai and S. Fujii. 1986. Cellfree synthesis of the rice glutelin precursor. *Plant Cell Physiol.* 27:1201-1204.
23. 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.
24. 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.
25. Juliano, B. O. 1972. Physicochemical properties of starch and protein in relation to grain quality and nutritional value of rice. *Rice Breeding IRRI. Los Banos, Phillippines*, pp.389-405.

26. Juliano, B. O. 1985. Biochemical properties of rice. In B. O. Juliano, ed. Rice: Chemistry and Technology. American Assoc. of Cereal Chemists. USA. pp.175-197.
27. Kim, W. T. and T. W. Okita. 1988. Structure, expression, and heterogeneity of the rice seed prolamines. *Plant Physiol.* 88:649-655.
28. 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.
29. 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.
30. 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.
31. 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.
32. 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.
33. Okabe, M. 1979. Texture measurement of cooked rice and its relationship to the eating quality. *J. Text. Stud.* 10:131-152.
34. Padhye, V. W. and D. K. Salunkhe. 1979. Extraction and characterization of rice proteins. *Cereal Chem.* 56:389-393.
35. 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.
36. Shotwell, M.A. and B. A. Larkins. 1989. The biochemistry and molecular biology of seed storage proteins. In *The Biochemistry of Plants: a Comprehensive Treatise. Vol.15* Edited by Marcus, A. p.296-345. Academic Press, Orlando, FL.
37. 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.
38. 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.
39. Wen, T. N. and D. S. Luthe. 1985. Biochemical characterization of rice glutelin. *Plant Physiol.* 78:172-177.

# The Relation between Texture Characteristics of Cooked Rice and Contents of Glutein and Prolamin of Milled Rice<sup>1</sup>

Mei-Chu Hong<sup>2\*</sup>, Hsu-Shen Lur<sup>3</sup> and Pei-Ju Chien<sup>4</sup>

## ABSTRACT

Thirty indica and japonica rice varieties were used to investigate the variation of texture 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 hardness, viscousness, balance, cohesiveness, adhesiveness and springiness of cooked rice. Among five different groups 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), IRRI rice and Taiwan indica rice with low amylose content had lower hardness and cohesiveness, and had higher viscousness, balance, and adhesiveness than other types. Taiwan indica rice with high amylose content was opposite.

IRRI rice had the highest prolamine content, but Taiwan japonica rice and Japan japonica rice had the lowest prolamine content. The glutelin content was positively correlated with springiness of cooked rice in 30 tested varieties, 10 indica varieties or 27 varieties with low amylose content. On the other hand, the glutelin content was not correlated with any texture characteristics of cooked rice in 20 japonica rice. For 30 tested varieties, 10 indica varieties and 27 varieties with low amylose content, prolamine content was not correlated with any texture characteristics of cooked rice. But for 20 japonica rice, prolamine content was negatively correlated with balance of cooked rice. Therefore, the present results suggest that prolamine and glutelin contents may be utilized in the breeding program for improving the texture or nutrition quality of japonica rice.

**Key words:** rice, glutelin, prolamine, texture.

---

<sup>1</sup>Contribution No. 0576 of Taichung DARES, COA.

<sup>2</sup>Associate Researcher and Chief of Crop Improvement Section of Taichung DARES, COA.

<sup>3</sup>Professor, Agronomy Department, National Taiwan University.

<sup>4</sup>Graduate student, Agronomy Department, National Taiwan University.

\*: Corresponding author.