炊飯技術之研究

江伯源[1] 盧 訓[1] 林子清[2]
[1] 國立中興大學食品科學系
[2] 行政院農委會食品加工科

摘要：本實驗以台中 189 號、台農 67 號、台中秈 10 號三種原料米品種爲材料，探討其化學成分、理化特性對炊飯品質之影響。並以台中 189 號爲原料米，探討電鍋、電子鍋炊飯過程中之影響因子及炊飯品質，以作爲家庭、工業上炊飯技術之參考。

在直鏈澱粉含量方面，三種品種原料米均在 19～20% 左右。而糊化溫度方面，三種米穀粉均在 68～73℃，米澱粉則在 68～70℃。在品評接受性方面，三種原料米間沒有顯著差異，但以台中 189 號品評接受性較高。

在炊飯技術探討方面，電鍋、電子鍋炊飯條件如下；稱取 1/2(炊飯容器之容積) 之米量，經水洗滌 3 次，加入 1.3～1.4 倍(重量比) 水量，置於室溫下，浸漬 30 min 後，進行炊飯；炊煮後先燜熟 20 min (攪鬆前燜熟)，再將米飯攪鬆；攪鬆後再燜熟 30 min，即可得較佳之電鍋、電子鍋炊飯成品。

在便當大量工業生產時，大都採用連續式或批式瓦斯炊飯機較多，利用批式或連續式蒸飯機則較少，在品評方面，以連續式瓦斯炊飯機較佳。另在掃描式電子顯微鏡(S.E.M.) 圖中，可觀察到米飯成品之網狀結構，粥製品則網狀結構被破壞；老化後，則成緻密表面。

關鍵字：米食、糊化、老化、炊飯

前 言

稻米 (*Oryza sativa*， L) 爲世界上重要穀物之一，我國以農立國，自古以來即以米食爲主，在中國飲食文化歷使上更扮演了獨一無二之重要角色。在台灣地區，國人食用米的消費情形，近二十年來，有明顯銳減的現象，造成政府庫存餘糧的逐年累積，並使國庫負擔日益沉重。近年來我國農政單位爲解決此一問題，不僅從食米之品種加以改良，且極力推廣品質、口感接受性佳的＂良質米＂，並請國內學者、專家針對米之營養、特性及加工產品，作深入之了解及探討。

台灣稻米之分類方式，將米分成蓬來 (粳稻，Japonica)，在來 (秈稻，Indica) 及糯稻 (包括圓糯及長糯，Waxy)；粳米屬於低直鏈澱粉含量，秈米有高、中、低直鏈澱粉含量及糯性等品種，而糯米則屬於糯性品種，一般我們日常生活所食用之米飯即以蓬來米爲主。

一餐美味的飯乃是將良質米利用不同炊飯技術，將之燒成美味、香、Q 的米飯。早期對米飯之研究均限於其理化性質探討及改良，或對不同加工製品、老化作研究，對於炊飯技術可說是只相信傳統、現代器具，而從未加以作深入探討。舉凡影響食用米品質的因子相當多；如原料米品種、直鏈澱粉含量、粗蛋白質含量、貯藏溫度、時間、含水量、精白程度及不同炊飯技術，如，洗米、方法、次數、浸漬時間、水量調整、炊飯方法、容積比、燜熱、攪鬆等對米飯之品質有重大之影響。

因此本實驗欲探討炊飯技術及其影響因子，以提供國內米食加工業者，在不同米飯炊飯技術之參考，並提供其它新產品開發之依據。

材料與方法

一、試驗材料：

1.稻米原料：

選用本省良質米品種，台中 189 號、台農 67 號及台中秈 10 號等三種，由台中區農業改良場提供，所有稻米均爲 1993 年第一期作物。

2.藥品：均爲試藥級之藥品。

二、試驗方法：

1.米穀粉之製備：

將精白米採用 Cyclotec 1093 sample Mill (I Tecator Co., Sweden) 打成細粉末，並通過 100 mesh 之篩網，貯存於冷藏庫，以備實驗之用。

2.米澱粉之分離方法：

取米 30 g，加入 150 ml 0.15% NaOH ，調整 pH 值到 11.0 ，在 4 ℃下浸漬 24 hr， 棄卻此 NaOH 溶液，再加入 150 ml 0.15% NaOH 溶液，在4 ℃下浸漬 24 hr， 加水磨漿， 倒入 60 mesh 、 200 mesh 及 270 mesh 篩網中過篩，以 4500 rpm 離心 20 min ，刮除澱粉中黃色層，重覆離心及刮除步驟直到呈現白色，在 45 ℃的乾燥箱中乾燥過夜，即得米澱粉。

3.硬度之測定：

先稱取 6 g 的米粒樣品， 倒入 Brabender automatic Microhardness Tester (BMHT, Brabender Ohg, Duisbury Co., West Germany) ，測以磨粉4 g 樣品所須之時間，以秒計算，每一樣品作三重覆，並求出平均值及標準偏差值 (SD)。

4.還原糖之測定：

依照改良之Gaines 等人之方法進行。

5.直鏈澱粉含量之測定：

採 Williams 等人之比色法 (colorimetric methods) 測定精白米之直鏈澱粉含量。

6.水結合力 (Water binding capacity, WBC) 之測定：

依Wotton 等人之方法進行。

7.掃描式電子顯微鏡 (S.E.M.) 觀察：

米澱粉、米粒之結構觀察，將澱粉或米粒經冷凍乾燥後，先以膠布固定在鋁台後， 以離子覆膜器 (Ion coater, Eiko Engineering IB-2) 於眞空下用金披膜 90 sec ，最後以電子顯微鏡 (Hitachi S -450 Scanning microscope , S.E.M.) 觀察其結構。

8.米穀粉及米澱粉之連續粘度圖：

使用 Brabender visco/Amylo/graph (Brabender oh, Duisburg, West Germany) 測定儀進行測試。其中P＝Peak viscosity, H＝Hot paste viscosity, C＝Cold paste viscosity, BD＝Breakdown: P－H, SB ＝setback ：C－P。

9.鹼性擴散值 (Alkali spreading value) 之測定：

依改良之 Little 方法測定。

10.凝膠稠度 (Gel consistency) 之測定：

依據 Juliano 及Perdon 等人之方法測試，每一分析三重複。。

三、炊飯方法及影響因子探討：

1.炊飯容器：

(1)電 鍋：國產大同公司出品，TAC-10G (10 人份)

(2)電子鍋：日本老虎魔法瓶株式會社出品，jNP-1800型 (6人份)

2.炊飯過程：

原料米→稱取米量→洗米→加水量→浸漬時間→煮熟→攪鬆前燜熱→攪鬆→攪鬆後燜熱→成品

3.影響因子探討：

(1)不同加水量(水：米；重量比)

a.1.0 倍 b.1.3 倍 c.1.6 倍 d.1.9 倍

(2)不同米量(炊飯容器體積比)

a.1/4 b.2/4 c.3/4 d.4/4

(3)不同洗米次數

a.0 次 b.1 次 c.3 次 d.5 次

(4)不同浸漬時間

a.0 min b.30min c.60min d.120min

(5)攪鬆前燜熱時間

a.0min b.15min c.30min d.60min

4.炊飯成品之色澤測定分析：

以色差計 80 color measuring system (Nippon Dehoku IND. CO. Japan) 測定炊飯成品之L. a. b. 值，其中 L 值爲100 時爲全白，0 時爲全黑；a值正值時爲紅色，0 時爲灰色，負值爲綠色；b 值正值爲黃色，0 時爲灰色，負值爲藍色。測試時條件設定採用白色標準板 Y＝93.97，X＝91.96，Z＝110.41，再將所得之 L. a. b.值轉換成白色度 (whiteness) W＝100－(100-L)＋a＋b 實驗時，將米飯裝滿石英容器(cell)，進行 10 重覆測試。

5.炊飯成品之官能品評分析：

依照 Larmond 所設計之嗜好性評分法，其條件如下：

(1)人員：40位品評員均爲國立中興大學食品科學系學生。

(2)評分法：採 7 分制評分標準，1 分表非常不喜歡(extremely dislike)，4 分表不喜歡也不討厭(nether like nor dislike)，7 分表非常喜歡(extremely like).

(3)品評項目：包括外觀(appearance)、香味(aroma)、風味(taste)、粘性(viscosity)、硬度(hardness)及接受性(acceptance)

6.統計分析：

本實驗過程中，所有數據均使用統計分析系統 (Statistic analysis system, SAS) 之變方分析 (Analysis of variance, ANOVA) 程序做 Duncan's Multiple Range Test (DMRT)，再依其平均值作差異性分析。

結果與討論

一、米之一般成分及理化特性：

㈠精白米之還原糖. 直鏈澱粉及水結合力:

如表一所示，精白米之還原糖在 0.11～0.15% 之間，而以台農 67 號0.15 % 較高。直鏈澱粉則在 10－20% ，在水結力方面，以台中 189 號 1.367 較高。

㈡精白米之凝膠稠度及鹼性擴散值

如表二所示，三種原料米之凝膠展流長度在 64-71mm 之間，大於60mm 屬於軟性膠體 (soft gel) 。在鹼性擴散值方面，一般可用來預測澱粉之糊化溫度；當米粒受鹼液侵蝕之程度愈顯著，即數值愈大表示糊化溫度愈低。由表二得知三種原料米之鹼性擴散值在 6.1－6.5 之間，屬於粳稻

米種 (6.0－6.7)。

㈢米澱粉之連續粘度圖:

三種原料米之米穀粉的糊化溫度在 69－70.5℃之間，精白米澱粉則在 70.5－73.5 ℃之間，屬於中溫糊化品種 (70－74℃)。如表3及表 4 中所示。

㈣原料米之色澤分析：

如表五所示，在 L 值 (亮度) 方面，以台中秈 10 號 64.16 較低，a 值 (紅色度) 以台中秈 10 號 0.68 較高，b 值則均在 13－14 之間，在△ E 值則以台中秈 10 號 8.63 較高，台中 189 號 4.89 最低。

㈤原料米之吸水率試驗：

以台中 189 號原料米測試不同溫度下之吸水率比較，由圖 1、2 中可看出以 80℃、5 min 即達到 38% ，隨即迅速上升，再浸 120 min 後，可達到 78% 含水量，但此時樣品早已糊化。而 30 ℃時，在浸30min 水分含量達到 35% 左右，隨即達到平衡 40% ，而其中以 5℃吸水率最慢。另將三種原料米作吸水率比較，在 30℃下，以台中 189 號吸水率最快，而以台農 67 號吸水較慢。

㈥三種原料米之品評試驗：

在炊飯品評方面，如表六所示，三種原料米在外觀 (appearance) 、香氣 (aroma) 、風味 (taste) 方面以台中 189 號得分較高且與其它二者有顯著性差異，在粘度 (viscosity) 、硬度 (hardness) 方面，三者均沒有顯著差異；在整體接受性方面，三者也沒有顯著差異，但以台中 189 號品評接受性較高。

表一、精白米之還原糖、直鏈澱粉含量及水合力

品　　種	還原糖 (%)	直鏈澱粉 (%)	水合力 WBC(%)	
			米澱粉	米 粉
台農　67號	0.152	19.36	1.336	1.026
台中　189號	0.112	19.68	1.367	1.116
台中秈10號	0.126	20.12	1.336	1.066

表二、精白米之凝膠稠度及鹼性試驗值

品　　種	凝 膠 稠 度 (mm)	鹼性試驗值	
		鹼性擴散值	糊化溫度
台農　67號	70	6.5	Low
台中　189號	71	6.2	Low
台中秈10號	64	6.1	Low

表三、精白米米粉之糊化特性

品　　種	糊化溫度* (℃)	粘 度 (B.U.)				
		P	H	C	BD	SB
台農　67號	70.5	570	60	700	510	200
台中　189號	72.0	660	100	360	560	-300
台中秈10號	73.5	800	220	440	580	-400

*最初黏度上升至20 B.U.時之溫度。

表四、精白米澱粉之糊化特性

品　　種	糊化溫度* (℃)	粘 度 (B.U.) P	H	C	BD	SB
台農　67號	70.5	640	145	440	200	-200
台中 189號	69.0	810	480	580	330	-230
台中秈10號	69.0	690	60	280	630	-410

*最初黏度上升至20 B.U.時之溫度。

表五、不同原料米之色澤分析

品　　種	L	a	b	△E
台農　67號	69.96	-0.26	13.47	5.74
台中 189號	69.18	-0.26	14.02	4.89
台中秈10號	64.16	0.68	14.30	8.63

表六、不同品種原料米之炊飯品評分析(電子鍋)

品　　種	外觀	香味	風味	粘性	硬度	接受性
台農　67號	4.13^{b}	4.04^{b}	4.33^{b}	4.71^{b}	4.83^{a}	4.54^{a}
台中 189號	4.58^{b}	4.54^{b}	4.25^{b}	4.58^{a}	4.42^{a}	4.50^{a}
台中秈10號	5.63^{a}	4.75^{a}	4.83^{a}	4.92^{a}	4.83^{a}	5.04^{a}

註：表內同列英文字母相同者，爲未達5%顯著水準差異。下表皆同。

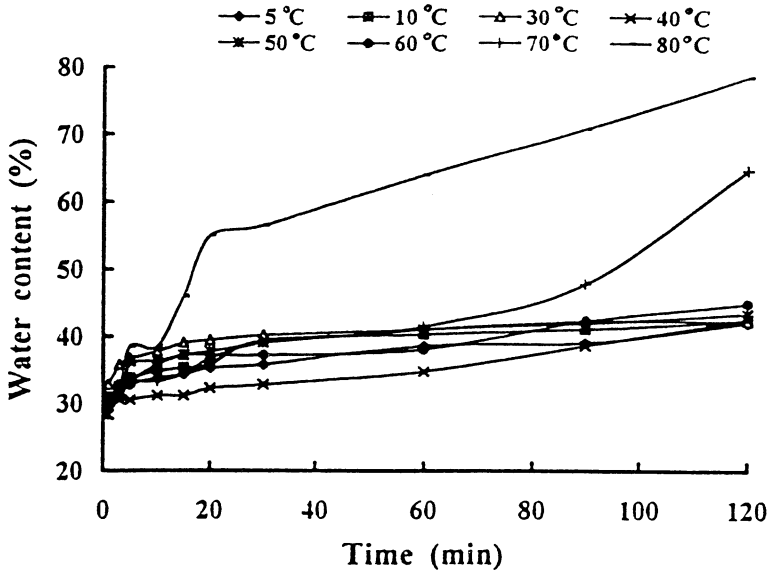


圖1 台中189號在不同溫度水中，水含量之變化

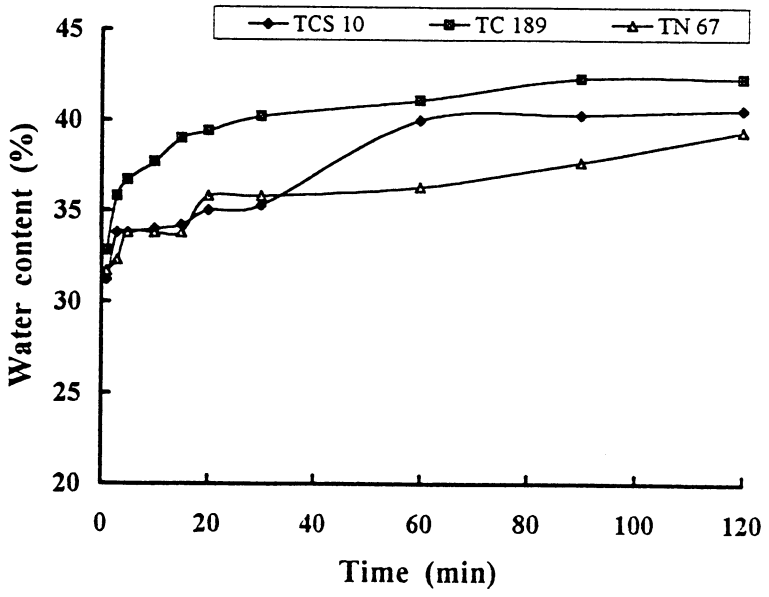


圖2 不同米品種在30℃水中，其水含量之變化

二、炊飯技術之探討：

㈠電鍋炊飯技術之探討：

1.不同洗米次數對炊飯技術之影響：

洗米在炊飯過程中，最主要之目的在洗去米糠及雜質，並且同時讓米粒吸水。在外觀方面，以洗 5 次所得之接受性較佳，而不洗米之成品則因米飯中的米糠及雜質影響，其亮度 (L 值) 比其它三種產品低很多，而黃色度 (b 值) 太高，因此在外觀上接受性最差，而洗米 1 次及 0 次皆受米中之糠臭影響，接受性較差。

在風味上，有洗米之成品皆有不錯之接受性，沒有洗米之成品接受性較有洗米之樣品差。在粘性及硬度方面，皆以洗 3 次之成品接受性最好整體而言，由於洗米時，米粒中的無機質或維生素 B1 容易流失，洗米次數愈多，流失量愈多；但洗米次數太少，米飯之外觀、香氣、風味、粘性及硬度接受性不好，故建議洗米次數以 3 次較佳。結果如表七所示。

2.不同浸漬時間對炊飯技術之影響：

浸漬是炊飯過程中，使米粒充分吸水的操作步驟。充分的浸漬時間能使水分被米粒吸入內部，形成均一的分佈，加熱糊化時，能使米粒糊化程度均一，而形成柔軟而膨脹的米飯。

浸漬時間對炊飯成品之風味及香氣並無太大影響，不論煮前是否有浸漬，其接受性無顯著性差異。在外觀上，浸漬120 min 之成品，因吸入太多水分，米粒有些水解現象，接受性最差，浸漬60 min 接受性最好。

由於當米粒加熱時吸水，很容易在水未遍及米粒內部前，在在米粒表面形成糊層，此糊層會成爲水和熱的不良導體，以致米粒內部於炊煮後形成芯留下，影響米飯之粘性及硬度。因此在粘性及硬度方面，有浸漬之成品明顯比沒有浸漬之成品接受性佳，而以60 min 最好，0 min 最差。整體而言，亦以浸漬60 min 較好，0 min 最差。結果如表八所示。

表七、不同洗米次數對炊飯之品評分析(電鍋)

洗米次數	外觀	香味	風味	粘性	硬度	接受性
0	3.40^{c}	3.10^{a}	3.65^{b}	3.75^{b}	3.55^{b}	3.55^{b}
1	4.05^{b}	3.65^{a}	4.30^{a}	4.30$^{a\,b}$	4.25$^{a\,b}$	4.30^{a}
3	4.80^{a}	4.48^{b}	4.35^{a}	4.60^{a}	4.55^{a}	4.70^{a}
5	5.00^{a}	4.72^{b}	4.50^{a}	4.25$^{a\,b}$	4.00$^{a\,b}$	4.40^{a}

表八、不同浸漬時間對炊飯之品評分析（電鍋）

浸漬時間(小時)	外觀	香味	風味	粘性	硬度	接受性
0	4.42^{a}	4.26^{a}	4.20^{a}	3.87^{b}	3.62^{b}	4.02^{b}
0.5	4.66^{a}	4.72^{a}	4.44^{a}	4.16^{a}	4.22^{a}	4.44^{a}
1	4.68^{a}	4.44^{a}	4.64^{a}	4.54^{a}	4.56^{a}	4.64^{a}
2	4.36^{b}	4.30^{a}	4.48^{a}	4.22^{a}	4.36^{a}	4.37^{a}

3.不同加水量對炊飯技術之影響：

在香氣及風味方面，加水量多寡(1.0～1.9倍)對炊飯成品沒有顯著差異。在外觀方面，由於過量的水分會造成米粒吸水過多水分，而過度膨脹形成米粒破裂，因此，加入1.0倍及1.3倍水量的成品，因爲水量過多米粒破裂，導致外觀不佳，結果如表九所示。

在粘性及硬度方面，由於加入的水分，部分與米粒中的澱粉顆粒結合，部分形成游離水。加入水量過多，則游離水增加，生成之產品像粥一般；加入水量太少，則澱粉無法完全α化，這兩種情形皆無法獲得最佳之粘彈性及硬度。實驗結果顯示，加入1.3倍水量，在粘性及硬度方面均有較佳之結果，而加入1.9倍水量之成品接受性最差。因此建議加入1.3倍水量較佳。

4.不同米量對炊飯技術之影響：

炊飯時，米量多寡會影響熱傳導速度及熱分佈是否均勻，此外也影響米粒中澱粉及蛋白質等高分子捕捉水分之能力。

在外觀上，米量多少並無太大的影響，接受程度無顯著差異。在外觀方面，以2/4米量之成品最好，而以4/4米量之成品最差，且4/4米量之成品有未煮熟之現象，其白色度亦比1/4、2/4、3/4米量之成品低。在風味上則以3/4米量之成品最好，2/4次之，4/4米量最差。

在粘性及硬度方面，由於米量會影響米粒中澱粉及蛋白質等高分子捕捉水分之能力，故米量愈多，愈容易只有米粒表面膨潤，而影響米飯之粘性及硬度，米量2/4及3/4時，在粘度及硬度方面均有不錯之接受性，而1/4及4/4則很不理想。整體而言，米量2/4時有最佳接受性，4/4時最差。結果如表十所示。

5.攪鬆前燜熱時間對炊飯技術之影響：

攪鬆前燜熱，乃利用加熱熄火後之餘溫，使鍋內米粒間的水分達成平衡的炊飯狀態調整。

攪鬆前燜熱時間長短，對炊飯成品之粘性並無明顯影響，燜熱時間在其它方面則以20 min接受性較佳，60 min較差。結果如表十一所示。

6.攪鬆後燜熱時間對炊飯技術之影響：

攪鬆後燜熱，乃利用攪鬆後鍋內餘熱，使攪鬆後的米飯加强其品質。由於其係成品米飯之燜熱，因此如在前煮熟者，此步驟之影響較小。整體接受性以60 min較佳。結果如表十二所示。

表九、不同加水量對炊飯之品評分析（電鍋）

加水量 (米:水)	外觀	香味	風味	粘性	硬度	接受性
1:1.0	4.96^{a}	4.56^{a}	4.20^{a}	4.40^{a}	3.92^{ab}	4.32^{ab}
1:1.3	4.96^{a}	4.72^{a}	4.44^{a}	4.56^{a}	4.52^{a}	4.64^{a}
1:1.6	4.68^{ab}	4.44^{a}	4.44^{a}	4.44^{a}	4.56^{a}	4.44^{ab}
1:1.9	4.36^{a}	4.40^{a}	4.08^{a}	3.72^{b}	3.72^{b}	4.00^{a}

表十、不同米量對炊飯之品評分析（電鍋）

米 量 (v:v)	外觀	香味	風味	粘性	硬度	接受性
4/4	4.69^{b}	4.90^{a}	3.52^{c}	3.21^{b}	3.20^{b}	3.22^{b}
3/4	5.03^{ab}	4.86^{a}	4.59^{a}	4.42^{a}	4.69^{a}	4.62^{a}
2/4	5.24^{a}	4.69^{a}	4.35^{ab}	4.62^{a}	4.59^{a}	4.90^{a}
1/4	5.07^{ab}	4.55^{a}	3.93^{b}	3.11^{b}	3.45^{b}	3.31^{b}

表十一、攪鬆前悶熱時間不同對炊飯之品評分析（電鍋）

燜熱時間 (min.)	外觀	香味	風味	粘性	硬度	接受性
0	5.53^{a}	4.93^{a}	4.86^{a}	4.72^{a}	4.52^{ab}	4.72^{a}
20	5.45^{a}	4.72^{ab}	4.83^{ab}	4.72^{a}	4.66^{a}	4.73^{a}
40	4.38^{b}	4.76^{ab}	4.38^{bc}	4.24^{a}	4.24^{ab}	4.41^{a}
60	5.17^{a}	4.45^{b}	4.31^{c}	4.20^{a}	4.07^{b}	4.28^{a}

表十二、攪鬆後悶熱時間不同對炊飯之品評分析（電鍋）

燜熱時間 (min.)	外觀	香味	風味	粘性	硬度	接受性
0	4.96^{a}	4.68^{ab}	4.68^{a}	5.00^{a}	4.68^{a}	4.64^{a}
20	4.86^{a}	4.05^{b}	4.41^{a}	4.27^{b}	4.32^{a}	4.23^{a}
40	4.82^{a}	4.09^{b}	4.32^{a}	4.59^{ab}	4.59^{a}	4.27^{a}
60	4.73^{a}	4.86^{a}	4.91^{a}	4.96^{a}	4.77^{a}	4.73^{a}

㈡電子鍋炊飯技術之探討：

1.不同洗米次數對炊飯技術之影響：

在外觀方面，以洗5次，所得之接受性較佳，在香氣方面，也以洗5次較佳，而洗1或0次則有糠臭味，接受性最差。

在風味、粘性及硬度上，以洗3、5次品評得分較高、而洗0、1次接受性較差。結果如表十三所示。

2.不同浸漬時間對炊飯技術之影響：

在外觀及香味方面，浸漬時間愈長，獲得之接受性愈好，在這兩方面，皆以浸漬120 min

之成品最佳，而浸漬 0 min 之成品最差。在風味上，浸漬 60－120 min 之成品能獲得較佳之接受性，而浸漬在 30 min 以下之成品接受性較差。在粘性及硬度方面，浸漬 60－120 min 之成品能獲得較佳之接受性；整體而言，浸漬時間較長，接受性較好但須留意碎米之發生。結果如表十四所示。

表十三、不同洗米次數對炊飯之品評分析(電子鍋)

洗米次數	外觀	香味	風味	粘性	硬度	接受性
0	3.07^{c}	3.03^{c}	3.03^{c}	3.33^{c}	3.13^{c}	3.07^{c}
1	3.93^{b}	3.77^{b}	3.70^{b}	3.80^{b}	3.70^{b}	3.83^{b}
3	5.20^{a}	4.60^{a}	4.67^{a}	4.77^{a}	4.80^{a}	4.70^{a}
5	5.45^{a}	4.72^{a}	4.66^{a}	4.76^{a}	4.79^{a}	4.79^{a}

表十四、不同浸漬時間對炊飯之品評分析（電子鍋）

浸漬時間 (小時)	外觀	香味	風味	粘性	硬度	接受性
0	3.07^{c}	3.03^{c}	3.03^{c}	3.33^{c}	3.13^{c}	3.07^{c}
0.5	3.93^{b}	3.77^{b}	3.70^{b}	3.80^{b}	3.70^{b}	3.83^{b}
1	5.20^{a}	4.60^{a}	4.67^{a}	4.77^{a}	4.80^{a}	4.70^{a}
2	5.45^{a}	4.72^{a}	4.66^{a}	4.76^{a}	4.79^{a}	4.79^{a}

3.不同加水量對炊飯技術之影響：

在炊飯過程中，由於加入的水分，部分與米粒中的澱粉顆粒結合形成結合水 (bound water)，一部分形成游離水 (free water)。加入水量過多則游離水增加，生成之產品像粥一樣；加入水太少，則澱粉無法 α 化。實驗結果，以加入 1.6 倍水量，在粘性及硬度方面有較佳之接受性，1.0 倍水量則在品評項目上均是最差。整體而言，以加入 1.3 — 1.6 倍水量較佳。結果如表十五所示。

4.不同米量對炊飯技術之影響：

在外觀及香味上，米量愈多，其接受性愈差，在這兩方面皆以 1/4 米量接受性較高。在風味上，除了 4/4 米量之成品明顯較其它三種成品差，其它三種成品接受性均無顯著性差異。結果如表十六所示。

在粘性及硬度方面，米量1/4較佳，4/4品評結果較差。

5.攪鬆前燜熱時間對炊飯技術之影響：

在外觀、香味及硬度三方面，攪鬆前燜熱時間長短對炊飯品質影響不大，在香味上，以 60 min 較好；在硬度方面以 40 min 之成品接受性較好。結果如表十七所示，在風味及粘性方面，以 40 min 較佳。

6.攪鬆後燜熱時間對炊飯技術之影響：

由實驗結果顯示，在電子鍋炊飯過程中，攪鬆後燜熱時間對炊飯品質並沒顯著影響，但整體而言，以燜熱 60 min 所得之接受性較佳。結果如表十八所示。

㈢電鍋、電子鍋炊飯品質之比較：

以電鍋、電子鍋較佳之炊飯條件進行成品品評比較，可由表十九及圖 3 中得知，在外觀、風味、粘性及硬度方面，兩種炊飯技術並沒有顯著差異，但在香味方面，兩者有顯著差異，以電子鍋之接受性較佳，在整體接受性方面，兩者間雖沒有顯著差異，但以電子鍋之得分較高。

表十五、不同加水量對炊飯之品評分析（電子鍋）

加水量 (米:水)	外觀	香味	風味	粘性	硬度	接受性
1:1.0	4.50[a]	4.57[a]	3.57[b]	3.07[b]	2.93[c]	3.32[b]
1:1.3	4.90[a]	4.57[a]	4.36[a]	4.43[a]	4.25[a]	4.43[a]
1:1.6	4.82[a b]	4.79[a]	4.64[a]	4.68[a]	4.86[a]	4.79[a]
1:1.9	4.25[a]	4.43[a]	4.32[a]	4.00[a]	4.14[b]	4.29[a]

表十六、不同米量對炊飯之品評分析（電子鍋）

米 量 (v:v)	外觀	香味	風味	粘性	硬度	接受性
4/4	4.35[c]	4.27[c]	4.00[b]	3.15[b]	2.92[b]	3.35[b]
3/4	5.12[b]	4.89[b]	4.89[a]	4.62[a]	4.69[a]	4.77[a]
2/4	5.12[b]	4.89[b]	4.92[a]	4.65[a]	4.39[a]	4.65[a]
1/4	5.65[a]	5.69[a]	4.89[a]	4.85[a]	4.69[a]	5.00[a]

表十七、攪鬆前燜熱時間不同對炊飯之品評分析（電子鍋）

燜熱時間 (min.)	外觀	香味	風味	粘性	硬度	接受性
0	5.04[a]	4.78[a]	4.96[a]	4.59[a b]	4.30[a]	4.74[a]
20	4.85[a]	4.70[a]	4.67[a b]	4.26[b]	4.26[a]	4.37[a]
40	5.04[a]	4.89[a]	4.96[a]	4.85[a]	4.78[a]	4.85[a]
60	4.78[a]	5.04[a]	4.44[b]	4.48[a b]	4.48[a]	4.63[a]

表十八、攪鬆後燜熱時間不同對炊飯之品評分析(電子鍋)

燜熱時間 (min.)	外觀	香味	風味	粘性	硬度	接受性
0	4.90[a]	4.65[a]	4.65[a]	4.55[a]	4.70[a]	4.80[a]
20	4.70[a]	4.65[a]	4.25[a]	4.25[a]	4.25[a]	4.35[a]
40	4.65[a]	4.70[a]	4.50[a]	4.50[a]	4.45[a]	4.70[a]
60	4.90[a]	4.90[a]	4.75[a]	4.80[a]	4.65[a]	4.90[a]

表十九、電鍋及電子鍋之炊飯品評分析(台中189)

電鍋種類	外觀	香味	風味	粘性	硬度	接受性
電子鍋	5.17[a]	4.90[a]	4.67[a]	4.67[a]	4.61[a]	4.94[a]
電　鍋	4.94[a]	4.40[b]	4.72[a]	4.67[a]	4.90[a]	4.78[a]

㈣不同工業型炊飯機之炊飯品評分析：

一般工業上便當之大量生產，大都採用連續式瓦斯炊飯機及批式瓦斯炊飯機較多，利用批式或連續式蒸氣炊飯機則較少。在採用四種工業生產型炊飯機進行品評比較分析時得知，如表二十所示，在所有品評項目中，連續式蒸氣炊飯機由於係向台中酒廠所借用，由於其主要將米蒸熟以供製酒，因此由於成品較乾硬，得分較低且與其它炊飯方式有顯著性差異。而其它三種方式其成品雖沒有顯著性差異，但以連續式瓦斯炊飯機之得分較高。

㈤米飯成品之結構、組織觀察：

利用掃描式電子顯微鏡觀察不同原料米在炊飯過程中結構、組織之變化，由 S.E.M. 圖中可觀察到，原料米之組織乃由澱粉顆粒呈致密排列，在受到製作樣品之影響下，其組織結構上會有小顆澱粉顆粒及糊粉層分佈。

在室溫下浸漬 30 及 60 min 下，可看出在浸 30 min 時，組織在乾燥後有裂痕存在；在浸漬 60 min 下，其裂痕有擴大情形，但在組織結構上乃沒有改變。

在經電鍋炊煮後，因發生吸水、受熱糊化之作用，其組織發生重大改變形成網狀之結構，如將之煮成粥時，其網狀結構會由於其在高溫、長時間熬煮下，其網狀結構會發生崩裂，鬆散情形。但當發生老化後，其網狀結構會由水分喪失及進行新的化學鍵形成而形成致密之表面。

表二十、四種不同工業型炊飯機之炊飯品評分析

炊飯機種類	外觀	香味	風味	粘性	硬度	接受性
連續式瓦斯炊飯機	5.80^{a}	5.60^{a}	5.26^{a}	5.44^{a}	5.08^{a}	5.60^{a}
連續式蒸氣炊飯機	3.23^{b}	2.84^{b}	3.02^{b}	2.85^{b}	2.65^{c}	2.83^{b}
批式瓦斯電鍋	5.27^{a}	5.52^{a}	5.33^{a}	5.50^{a}	4.81^{ab}	5.43^{a}
批式蒸氣(蒸箱)炊飯機	5.11^{a}	5.37^{a}	4.91^{a}	5.14^{a}	4.60^{b}	5.10^{a}

結　論

推廣米食工作對當今農業政策而言十分重要，當我國面對加入 G.A.T.T. 之同時，如何喚醒國人之重視及珍惜＂米＂的過去、現在與未來?實是刻不容緩之事。而在推廣米食中，如何使米飯成爲主食?如何煮一餐美味，可口又香、Q 的米飯？實是一件集困難及藝術於一身之技術。

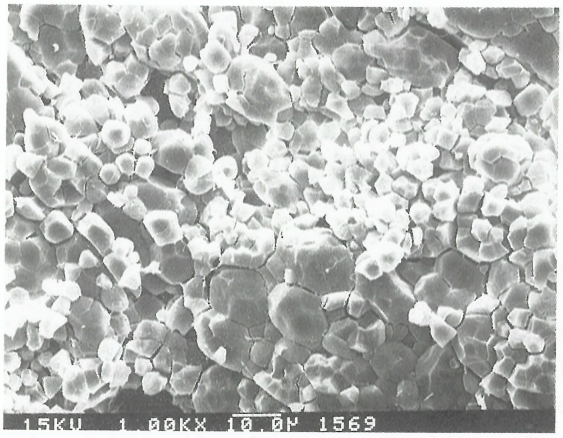
在本實驗中，探討現行在推廣之三種良質米品種，發現在理化特性有不同之含量及特徵；但在米飯品質上則沒有顯著性之差異，由此可得知農政單位推廣之良質米品質均十分整齊。對米食加工業者在使用原料米時，可有較佳之品質保證及選擇。

在炊飯技術探討上，除需注意米之品種，更須重視其流程及控制因子，如此才能有效將米飯炊煮好，讓業者及消費者更有信心。但炊飯之技術十分廣汎且艱深，如何將中國傳統炊飯技術發揚光大?如何建立應用心得及現代化炊飯技術？食品添加物之使用與否？都是一門大學問，在國內實在有建立之必要，以期能對國內業者、學校、家庭及個人能有所助益。

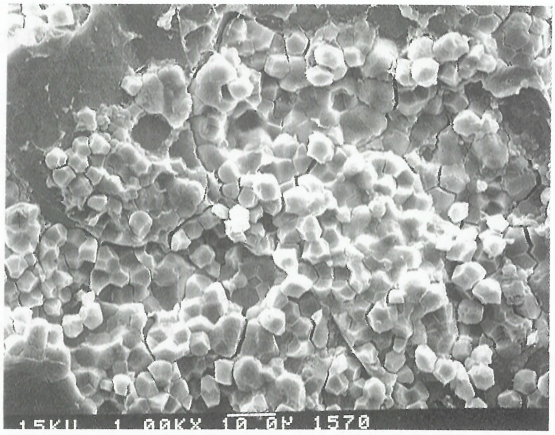
參考文獻

1. 台灣省政府糧食局。1986。台灣省糧食統計要覽。
2. 行政院農業發展委員會。1987。台灣稻作品種圖誌。
3. 張曙明、李貞宜。1985。米澱粉之理化性質及其直鏈分子結構之探討。食品科學. Vol.(12). No.(3.4). p.213-224。

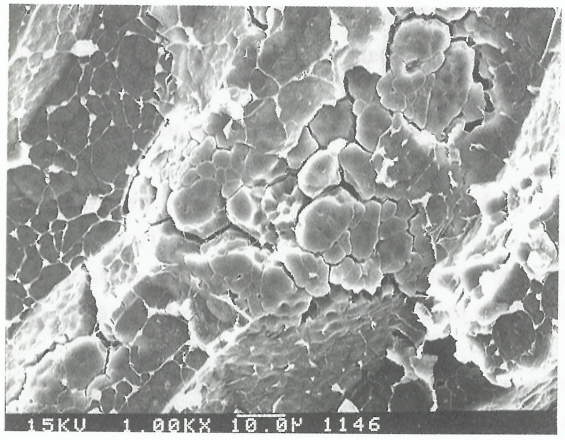
4. 許愛娜、宋勳。1988。稻米食味與其理化性質關聯性之探討。稻米品質研討會專集 : 91。
5. 劉慧瑛、林禮輝、宋勳、洪梅珠。1988。不同稻米品種之食用品質與化學性質關係。稻米品質研討會專集 :76。
6. 張曙明、劉麗卿。1989。米飯老化之探討。食品科學. Vol.(16). No.(4). p347 -356。
7. 葉安義、須文宏、沈家緒、林子清。1989。溫度對米粒吸收水分的影響。食品科學. Vol.(16). No.(4). p.319-327。
8. 林子清。1991。米穀粉糊液在不同溫度下加熱下的凝膠現象之研究。食品科學. Vol.(18). No.(3). p.395-403。
9. Juliano, B. O., Bastista, G.M., Laugy, J.C., and Reyes, A.C., 1964. Studies on the physicochemical properties of rice in Sootheast Asia, Cereal Chem. 41:275.
10.Juliano, B.O. , and Perdon , A.A., 1975. Gel aand molecular properties of nonwazy starch , Strrch/Starke 27:115.
11.Jennings, P.R., Coffman, W.R., and Kauffman, H.E., 1979. Rice improvement, Int. Rice res. Inst., Los Banos, Laguna, Philippines.
12.Little, R.R., Hilder, G B., and Dawson, E.H., 1958. Differential effect of dilute alkali on 25 varieties of milled whole rice. Cereal chem. 35:111.
13.Larmond, E., 1977. Laboratory methods for sensory evalution of P.37, Pub. 1637, Food Res. Inst. Canada Dep. of Agriculture, Ottava.
14. SAS, 1985. " SAS User's guide: Statistics", 5th ed. SAS Institute. Carry, NC.



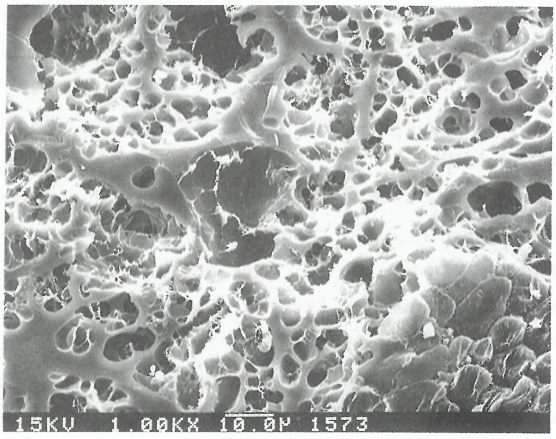
台中189號原料浸漬30 min之掃描式電子顯微鏡(S.E.M.)照片



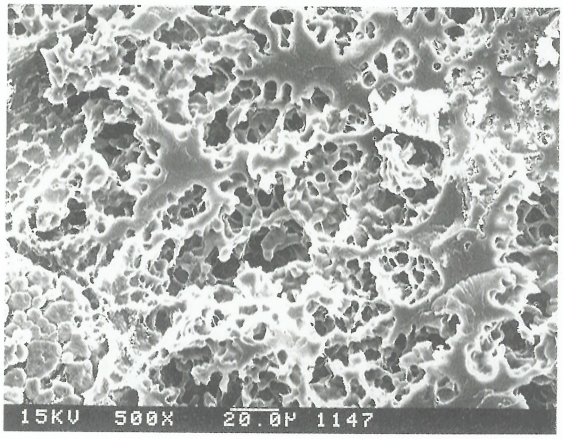
台中189號原料浸漬60 min之掃描式電子顯微鏡(S.E.M.)照片



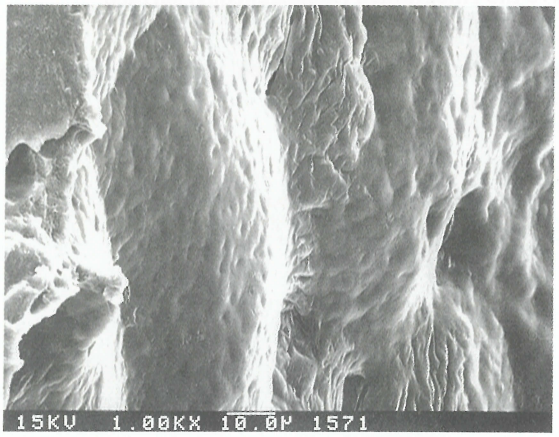
台中189號米飯(半生熟)(內部，未熟)之掃描式電子顯微鏡(S.E.M.)照片



台中189號米飯(半生熟)(外表，已熟)之掃描式電子顯微鏡(S.E.M.)照片



台中189號米飯之掃描式電子顯微鏡(S.E.M.)照片



台中189號米飯老化之掃描式電子顯微鏡(S.E.M.)照片

Studies on Techniques of Rice Cooking

Po-Yuan Chiang, Shin Lu, Tze-Ching Lin

Abstract

Three varieties of milled rice.(Taichung 189, Tainung 67. Taichung sen 10) were as the material in this studyand the texture of cooked rice was correlated with pysicochemical parameters were invetigated. Also got the milled rice Taichung 189 be the material in order to find out the influenced factor during the cooking process with the electric cooker & electron cooker, and family, industrial cooking technique be the reference.

The amylose content of the three varities milled rice were about 19- 20%, For all three measturements of pasting temperature. their rice flour and rice starch were 68-73 ℃ and 68-70℃. Inthe sensory evaluation analysis the three varities of milled rice did not have significant difference, but Taichung 189 obtained the best recevie.

When using electron & electric cooker, evidence us presented indicating that must use the following conditions:

Estimating half of the rice quantity (the volume of cooking rice container) ,washing three times & pouring in with 1.3-1.4 times of the water (w/w) , stayed with room temperature for 30 min.; after cooking, keep warmed with 20 min. (get loose of the rice before keep warmed) and then let the rice get loose in granule; after loosing. keep warmed in 30 min. again. it will be getting the good product of electrical & electron cooking rice.

When the industrial production, the most used continous or batch gas cooker and few by batch or continuous steam cooker. In sensory test, it indicated that rice cooker by continuous gas cooker is the best. When examined with scanning electron microscope(S.E.M.), the network structure of cooking rice were observed, and the network structure of porridge product were breakdown, after retrogradation, it will have the finegrained (homogeneous) surface.

Key words: rice, gelationization, retrogradation, rice cooking.