

# 硬秈稻米品種儲存期的加工品質變化

## 一、前言

臺灣主要用來加工製作粿類(如碗粿)及米粉絲等傳統米食之硬秈稻又稱「加工硬秈」。民國104年稻作總收穫面積為251,861公頃，稻穀總產量約106萬公噸，其中粳稻占90.9%、秈稻占4.5%、粳糯2.0%及秈糯占2.6%。而秈稻產量中，又以軟秈(3.7%)較硬秈(0.8%)生產多出近5倍，可見臺灣的稻米消費仍以米飯為主。加工硬秈製作之傳統米食在國內歷史悠久，臺灣各地皆有其特色產品，如台南碗粿、新竹米粉等最負盛名。業界普遍認為加工硬秈米原料必須經過長時間(一年以上)的儲藏，其加工特性才穩定適用。此種稻穀的化學組成在儲藏過程中產生改變，造成物化性質變化的現象通稱為「陳化」。不論是碗粿、米粉絲或蘿蔔糕加工業者，一般是以白米為原料，因此，透過磨漿再加熱塑型，製作成多元加工產品，惟米原料的品種、配方均由供貨商憑經驗調配不同陳化樣態的混合米原料，在量產過程難以規格化。透過不同稻米品種、不同儲存期試作加工米食，以探討陳化對於稻米化學組成及糊化黏度的影響，有助於增進我國米食加工業者有效使用國產米原料，提升其產品之質與量。

## 二、陳化過程化學組成之變化

(一)蛋白質：米粒陳化機制與脂質與蛋白質有關。脂質在陳化過程產生游離的脂肪酸會和直鏈澱粉、羰基化合物及氫過氧化物形成複合物，加速蛋白質的氧化及濃縮，還有揮發性羰基化合物的累積。蛋白質的氧化作用使氫硫基之間產生雙硫鍵，強化了澱粉晶體的鍵結，抑止了澱粉顆粒的膨潤作用，使煮熟的米飯質地更硬、更乾燥。

(二)酚酸與酵素：米粒細胞壁強度在陳化過程中增加，乃由於半纖維素中阿魏酸酯類的氧化作用，產生許多新鍵結所造成。游離酚酸類影響細胞壁完整性，同時發揮他們的抗氧化能力，在陳化過程影響游離脂肪酸形成，進而影響游離脂肪酸-直鏈澱粉聚合物產生。

米飯的抗拉強度(tensile strength)、硬度及輾壓抗性(grinding resistance)等特性，一般會隨陳化時間增加，但收穫後的儲存條件對此些特性亦有顯著影響力。無論是以稻穀、糙米還是白米形式儲存，陳化會增加米粒的吸水性及吸水後體積擴張程度。然而也有研究指出，陳化所導致的吸水性增加，在儲存一年後反而會有下降趨勢。綜合以上觀點的米粒陳化過程模式如圖1。

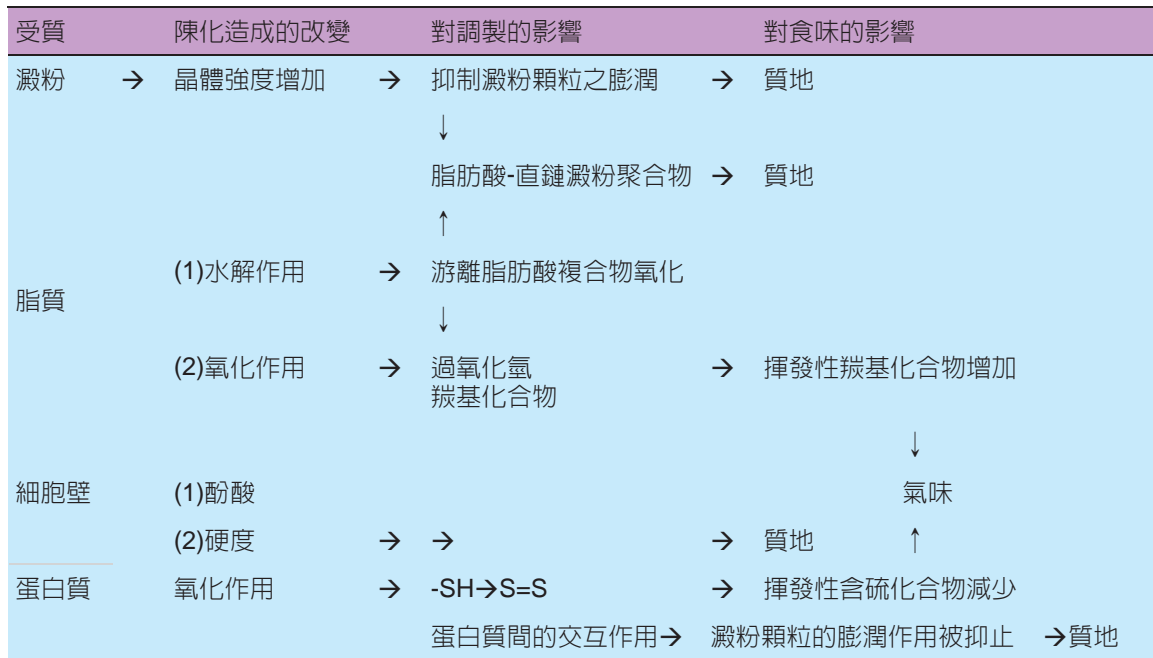
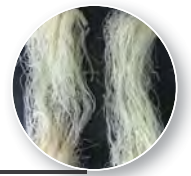


圖1 米粒陳化模式示意圖

### 三、儲存期對硬秈稻米品種系加工品質的影響

稻米的陳化作用廣泛存在於穀粒、糙米、白米、白米澱粉粒，以及煮熟米飯中，是一連串複雜的過程，起始於水稻收穫後，隨著儲存時間、儲存溫度及溼度等因子的增加而更顯著，而這些因子彼此的交互作用亦會對陳化作用產生重要的影響。陳米所煮成的飯質地較新鮮米硬且黏性較差，而陳化作用對米飯質地所造成的改變又以高溫儲藏效果較低溫顯著。高溫儲藏之米飯除了較同期低溫儲藏者更乾鬆外，其膠黏性(stickiness)及附著性(adhesion)亦較差。因此對於習慣蓬萊米飯軟黏口感的國人而言，米飯用食米的陳化現象是不為樂見的。但就米粉絲及碗

粿等傳統加工米食而言，米原料烹煮後成品隨陳化時間增加的體積膨脹率、抗拉強度、硬度及輾壓抗性等特性，在壓絲、塑型、烹調後固化的加工過程中是影響成品外觀及口感的重要關鍵。

以儲藏2、4、6個月後碾白的台中秈197號、台中秈17號、南秈育1011043號及嘉農育1021093號為材料，大多數品種(系)材料在儲存2個月時皆可成型(圖2)，而不同品種(系)、不同儲存期材料之碗粿成品之硬度黏度等質地特性則各有不同(表1)。唯非高直鏈澱粉(<25%)的軟膠體的嘉農育1021093號不論是儲藏2、4還是6個月，試作結果皆無法成型(表2、圖3)，可見製作粿類米食(碗粿、菜頭粿等)必須使用加工硬秈方有機會取得預期口感。相較於碗粿，米粉



圖2 以稻穀型式儲存二個月的米原料試作之碗粿成品  
(左中右：台中秈197號、台中秈17號、南秈育1011043號)



圖3 嘉農育1021093號米原料試作之碗粿無法成型

表1 104年1期作硬秈材料經不同儲放期製作碗粿之質地特性

品種(系)	儲放(月)	硬度(g)	回復性(J/m <sup>3</sup> )	附著性(gw/cm)	膠黏性(g)	彈性(mm)
台中秈17號	2	169.2	0.33	290.1	-50.6	8.41
	4	176.4	0.24	366.9	-69.0	9.07
	6	174.6	0.27	384.5	-62.8	8.31
台中秈197號	2	176.0	0.24	425.9	-70.6	8.55
	4	136.4	0.22	381.5	-61.2	8.38
	6	177.4	0.30	294.9	-58.6	7.16
南秈育1011043號	2	167.2	0.33	463.7	-72.8	7.93
	4	161.2	0.24	272.2	-48.2	8.26
	6	154.8	0.29	227.9	-42.8	7.69

表2 試作碗粿之原料米品種米質特性表現

材料名稱	糙米率 (%)	白米率 (%)	完整米率 (%)	長度 <sup>(1)</sup>	形狀 <sup>(2)</sup>	直鏈澱粉含量(%)	粗蛋白質含量(%)	凝膠展延性(mm) <sup>(3)</sup>
台中秈197號	80.6	72.2	59.3	L	I	35.4	5.95	40H
台中秈17號	81.1	73.3	51.8	M	I	34.6	5.76	38H
南秈育1011043號	80.9	72.3	33.0	M	I	33.9	5.02	39H
嘉農育1021093號	80.9	73.6	63.9	M	I	20.2	6.08	87S

註：(1) L表長粒米，6.61-7.5 mm；M表中粒米，5.51-6.609mm

(2) I表粒型屬中間型，長寬比2.1-3

(3) H表硬膠體，展延長度≤40 mm；S表軟膠體，展延長度>60 mm



絲的成型門檻則高許多。由於米粉絲的製作過程需經過「壓絲(將米粿糰加壓通過金屬細篩網)」、再以100°C蒸氣蒸熟後，才按摩、拆絲(將米粉絲一條一條揉開)、整型，以同為高直鏈澱粉的硬膠體之臺灣主要加工硬秈米品種--台中秈17號及高雄秈7號為材料(表3)，以稻穀形式室溫儲藏後，分別於第6個月、9個月、12個月及15個月碾白後進行試作純米粉絲，結果如圖4，台中秈17號製作純米粉雖皆可成型，唯儲存6及9個

月的米原料半糊化米粿團黏度稍高無法順利通過細篩孔，且製作之細米粉絲蒸熟後黏度稍高，以致拆絲不易，仍有部分米粉絲黏著在一起的狀況，較適合做篩孔較大之中米粉絲。儲存6及9個月高雄秈7號試作米粉絲樣態雖有隨儲存期增加而改善的趨勢，但米粉仍容易沾黏、結塊(圖5)，而無商品價值。顯示不同的稻米品種，其陳化造成之物化特性改變的程度及效率亦有不同。

表3 試作米粉絲原料米品種之理化特性

品種	儲存期(月)	直鏈性澱粉(%)	粗蛋白(%)	凝膠展延性 (mm) <sup>(1)</sup>	
台中秈17號	6	35.7	7.1	28.0	H
	9	34.1	6.8	30.0	H
	12	34.8	6.5	35.0	H
	15	35.6	6.8	27.0	H
高雄秈7號	6	32.6	6.7	26.5	H
	9	32.2	6.8	30.0	H
	12	33.2	6.3	29.0	H
	15	33.0	6.5	27.0	H

註：(1) H表硬膠體，展延長度≤40 mm



圖4 台中秈17號不同儲存期製作米粉絲樣態  
(左至右：6個月、9個月、12個月、15個月)



圖5 高雄秈7號不同儲存期製作米粉絲樣態  
(左至右：6個月、9個月、12個月、15個月)

### 四、陳化作用對稻米糊化黏度特性的影響

由於米的主要成分是澱粉，米澱粉中之直鏈澱粉比例與結構與糊化黏度性質息息相關，直鏈澱粉會抑制澱粉顆粒膨潤程度，直鏈澱粉含量愈高，澱粉於熱水中的膨潤力、尖峰黏度、破裂黏度愈低但回升黏度(setback)增加，降低回凝的程度。在儲放過程中，細胞壁結構會因內切木聚糖酶(endoxylanase)的作用而使米澱粉黏度糊化特性發生改變。輾白後之精白米糊化黏度會隨儲存時間及溫度增加。快速糊化黏度測定儀(RVA)是屬於AACC認可之米質特性分析方法，其所測量糊液之各個黏度指標對陳化十分敏感。前人研究指出，糯性與非糯性白米樣本的膠體硬度及糊化黏度在室溫(29°C)儲放6個月後，膠體硬度及糊液黏度增加程度較冷藏(2°C)高，而不論室溫或低溫環境，經儲放半年的白米樣本其澱粉糊化黏度皆比新鮮白米高。而高溫陳化造成黏度增加之效果在儲存3個月後會和緩許多。以Doongara為樣品進行為期1年的試驗觀察中，短期(小於4個月)的儲存對尖峰黏度(peak viscosity)無影響，但會使最終黏度(final viscosity)增加。在儲放到7個月後，尖峰黏度則會下降，最終黏度則會回復至與新鮮米相同。破裂黏度(breakdown)則是隨儲存期穩定下降。尖峰黏度的增加，顯示陳米的澱粉顆粒較新米更有膨潤抗力。破裂黏度的下降，

則顯示米澱粉顆粒在烹煮後，其破裂的現象在陳化過程顯著下降。有3年期的觀察顯示，稻穀與白米樣品尖峰黏度與回升黏度(setback)於儲放6個月的過程會隨陳化增加後，開始穩定下降。有多項試驗指出，一般而言，膠化溫度(gelatinization temperature)常作為食用米加工難易程度的指標之一。回升黏度值(setback value)則可作為澱粉老化(retrogradation)指標亦可供作篩選加工用稻米品種系之參考。

### 五、結語

碗粿、米粉等臺灣傳統米食加工業界普遍認為，米原料必須經過一年以上的陳化作用才有穩定適用的加工特性。然而有別於使用米穀粉的其他同業，使用白米為原料的業者其材料來源端賴供貨商憑經驗調配不同樣態的混合米，在陳化程度、品種及配比等均無固定規格。藉由觀察儲存期對硬秈加工米原料理化性質糊化黏度等特性之影響，對我國米食加工業之白米原料調配及加工適性能有更進一步的掌握，有助於篩選適當儲存期之米品種原料，供相關業者利用，以增加米食消費，提升我國糧食自給率。