

# 稻穀在貯藏期間理化性狀變化之研究<sup>1</sup>

許愛娜<sup>2</sup>

## 摘 要

以六個不同米質水稻品種的稻穀為試驗材料，利用室溫及10°C兩種溫度處理，探討在兩年貯藏期間之米質理化性狀表現，發現期作間、溫度處理間與品種間皆會有明顯差異存在，同時降低貯藏溫度確實有助於延緩劣變。理化性狀中較明顯之變化是出現在pH值、凝膠展延性與透明度，前兩者會隨貯藏時期增加而明顯下降，而後者之等級數則為增加即較不透明。故在進行稻穀樣品整體新鮮程度比較時，pH值與凝膠展延性是主要依據之判別性狀，米粒透明度則可作為輔助之判別性狀。

**關鍵字：**稻穀、貯藏、理化性狀。

## 前 言

水稻是臺灣栽培面積最廣的糧食作物，雖然近年受到社會型態改變與食物多樣化的影響，消費量減少，但仍無損其貴為國人主食的重要地位；也由於生活與知識水準的提高，食米品質與衛生安全特別受到國人重視。未加工的稻米是以稻穀形式貯藏於各地倉庫內，傳統舊式以散裝或袋裝貯藏<sup>(4,6)</sup>，後者大都以麻布袋或塑膠袋堆放<sup>(2)</sup>，較新式的則另有採用低溫冷藏桶或1噸的太空包貯藏，多數為室溫貯藏者品質保存不易，若再延長貯藏期間，地處高溫多濕的臺灣，倘使環境條件不佳，便易造成品質的劣化<sup>(2)</sup>。

稻穀收穫後在貯藏期間仍為活的有機體，在倉貯期間，本身品質即會逐漸衰化，故貯藏期間稻穀的衰變程度會決定食用白米的品質<sup>(2,9)</sup>。稻穀貯藏衰變牽涉許多複雜的步驟，包括理化特性與生理特性的改變，亦導致稻米糊化、顏色、食味、質地等發生改變，進而影響碾米品質、白米外觀、烹調及食用品質<sup>(1,2,4,6,9,13,15,16,17,19,20)</sup>。國內學者亦早已進行相關研究，發現若貯藏環境不當，除會有蟲害、鼠害及微生物感染之虞外，亦會影響到米粒外貌、碾米品質、烹調與食用品質，更加速稻米品質的劣化<sup>(1,2,4,6,13,19)</sup>。

稻穀在貯藏過程中會有游離脂肪酸、游離胺基酸、游離酚酸、磷酸鹽、有機酸等分子之增加，此現象可能與稻穀內脂肪氧化與過氧化反應以及碳水化合物代謝如呼吸作用有關<sup>(9,10,18)</sup>，上述等分子可溶出而造成種子水浸液的pH值下降，此種酸度增加現象已被應用於稻米“新鮮度”的檢驗<sup>(3,8,9,11,12)</sup>，並已建立一簡易、方便及快速的稻米pH值檢定方法<sup>(18)</sup>。除酸

<sup>1</sup> 行政院農業委員會臺中區農業改良場研究報告第 0668 號。

<sup>2</sup> 行政院農業委員會臺中區農業改良場副研究員。

度檢驗法外，利用貯藏期間所產生的穩定化學變化，亦已發展出穀粒特定酵素活性呈色檢驗法<sup>(9,10)</sup>。

其實早有學者指出熱帶生產之稻米無論是以稻穀、糙米或白米形式，只要貯藏超過半年，即會因老化(aging)產生有較高之完整米率、煮飯時體積增加、吸水量增加、煮飯時較易破裂、煮粥時固溶物減少等理化性狀的變化，且大部份是針對於表面脂肪劣變較速而造成品質低下的白米，事實上包覆外殼的稻穀一樣要經歷如白米的老化過程，只是速度慢了許多<sup>(20)</sup>，臺灣地處亞熱帶，稻米倉貯形式為稻穀，實有必要對於稻穀貯藏期間理化性狀之變化進行探討。

臺灣稻米生產一年有兩個期作，但在剛收穫後貯藏期間之溫度變化卻正好相反，一期米是由熱轉冷，二期米則由冷轉熱，貯藏的環境條件並不一致。除了兩個期作之貯藏溫度條件有異外，水稻品種間隨貯藏時期之劣變情形也不盡相同，同時降低貯藏環境的溫度亦確實有助於延緩劣變<sup>(4,6,17,19,20)</sup>，故本試驗擬採用目前栽培面積較廣但屬不同米質種類的水稻品種，除探討兩個期作收穫後不同貯藏期間稻穀之理化性質變化外，並為低溫延緩各品種稻穀理化性質變化之影響進行比較，盼望找出判別稻米新鮮與否的理化性狀。

## 材料與方法

### (一)試驗材料：

1. 糯稻：臺中秈糯1號(Taichung sen glutinous 1)、臺梗糯5號(Taikeng glutinous 5)。
2. 粳稻：臺梗8號(Taikeng 8)、臺梗9號(Taikeng 9)。
3. 秈稻：臺中秈10號(Taichung sen 10)、臺中秈17號(Taichung sen 17)。

### (二)試驗方法：

1. 田間設計：採逢機完全區集設計，兩重複，小區面積為400 m<sup>2</sup>。
2. 貯藏處理：第一期作與第二期作收穫的稻穀材料調製成含水量14%左右，分別貯藏於室溫及10℃低溫。
3. 取樣方法：由剛收穫最新鮮之貯藏始期(0個月)開始，每隔兩個月取樣稻穀一次，共取樣13次即2年，以調查各項米質理化性狀。
4. 調查項目：
  - (1)碾米品質：

不同貯藏期取樣的各品種稻穀之碾米品質，包括糙米率、白米率以及完整米率<sup>(5)</sup>等。取水份乾燥至14%左右之稻穀125 g，使用脫殼機(Satake Co., Japan)，獲得糙米率；再以精米機(McGill No. 2 Miller, Seedburo Co., USA)加磅秤碾磨半分鐘，然後去除磅秤碾磨半分鐘，得白米率；最後以篩米機(Rice sizing device, Seedburo Co., USA)篩選，得完整米率，以磨粉機(Udy cyclone sample mill, USA)研磨後，進行各項稻米品質理化特性分析。米飯食味官能評估之碾米方法步驟同前，不同的是碾製的稻穀量為800 g，精米機為McGill No. 3 Miller，採用的都為篩選後的完整米。

- (2)白米外觀：稻穀不同貯藏時期取樣的之完整米外觀品質，以Milling Meter (Satake Corporation, Japan)測定白米的白度值，另以肉眼判定白米透明度<sup>(5)</sup>等。
- (3)理化性狀：各時期取樣的稻穀碾成白米，篩選出完整米磨粉，取0.1 g粉末依據Cagampang等<sup>(14)</sup>之方法，測定凝膠展流長度。
- (4)米粒溶液之pH值：將5 g完整米加入BTB、MR法所配置之標準溶液中<sup>(11)</sup>，振盪後再以pH Meter測定。
- (5)統計分析方法：將上述各調查性狀進行綜合變方分析<sup>(7)</sup>，其中白米外觀之透明度須先經過常態分數(normal score)轉換後，才進行統計分析。
- (6)試驗年期：85年二期作及86年一期作。
- (7)試驗地點：彰化縣大村鄉本場。

## 結果與討論

稻米在貯藏過程中所產生之衰變是很複雜的過程，其中包括穀粒內物理及化學特性的各種變化。稻米主要構成成份為碳水化合物、蛋白質、脂質等，在貯藏過程中，量最多的澱粉含量雖穩定但分子特性會發生改變，例如還原醣增加、非還原醣減少、游離酚酸改變等。量次多的蛋白質總含量穩定，但可萃取蛋白質減少，又因蛋白質產生氧化現象，造成硫醇含量減少、大分子多肽鏈增加、游離胺基酸含量增加，導致酵素活性發生改變。量最少的脂肪在貯藏時容易氧化分解，造成游離脂肪酸含量增加，而脂肪酸再過氧化形成具羰基的醛、酮化合物，造成抗氧化物質的減少，這些化學變化皆會導致理化性狀的改變<sup>(1,9,10,17,20)</sup>。

由稻穀貯藏期間理化性狀變方分析結果(表一)，可知除了白度在期作與溫度兩個因子之交感作用，糙米率在期作、溫度與品種等三個因子的交感作用，白米率的所有項目以及凝膠展延性的期作間等未表現出顯著差異外，其餘幾乎所有項目皆達到極顯著差異以及其中有兩項為顯著差異。顯示各理化性狀並無法完全以單一個因子作為解釋，若須詳細探就時，應進行各項有關因子組合後的探討，故本篇報告採用最細分法，即每個品種分開兩個期作以及每個期作再分別室溫處理與低溫處理之四種組合方式進行探討，當然其中並不包括白米率。

由臺中秈糯1號稻穀在兩年貯藏期間理化性狀之變化(表二)，首先是pH值在一期作室溫處理由7.48降至5.52，一期作低溫處理由7.48降至6.80，最高值皆出現在0個月，最低值都出現在24個月；同樣的下降趨勢亦發生在第二期作，室溫處理由7.76降至6.50，低溫處理由7.76降至7.19，最高值都出現在0個月，最低值出現在24個月或接近期。兩個期作下pH值在室溫處理下降的幅度遠大於低溫處理，除了明顯地表現出低溫延緩貯藏所造成之衰化結果外，又由於二期作之pH值較高，似乎也間接說明二期米品質優於一期米。若仔細詳察每隔兩個月的變化，會發現pH值在短時期內有時升有時降，且起落幅度並不相同，甚至有短期內雖在統計上有明顯差異，但限於小數點後第二位之變化，在實際應用時之意義不大，但稍長期之明顯差異則可確定。

表一、稻穀貯藏期間理化性狀變方分析之均方值

Table 1. Mean square of ANOVA for physicochemical properties during storage of paddy rice

Source	df	pH	Whiteness	Brown rice rate	Milled rice rate	Head rice rate	Translucency	Gel consistency
Crop (C)	1	12.174** <sup>1</sup>	560.31**	57.31*	97835.3	17354.8**	2.618**	31.4
Temperature (T)	1	17.340**	801.72*	6.38**	85087.4	91.7**	7.272**	16144.7**
Storage time (M)	12	4.690**	37.42**	8.84**	85153.9	413.2**	4.190**	1887.0**
Variety (V)	5	0.128**	4380.44**	255.79**	83593.3	2544.0**	25.220**	41731.4**
Rep (Crop)	2	0.015	10.36	0.88	83611.9	17.0	0.000	16.7
C × T	1	0.189**	1.08	5.01**	81058.6	164.9**	1.060**	290.8**
C × M	12	0.371**	18.23**	14.95**	82764.2	264.9**	0.243**	108.3**
C × V	5	0.089**	79.48**	3.32**	84141.2	809.0**	0.784**	90.1**
T × M	12	0.866**	17.72**	0.86**	83630.5	29.5**	0.511**	527.7**
T × V	5	0.025**	57.90**	1.59**	83991.9	145.4**	0.028**	585.5**
M × V	60	0.016**	2.77**	1.52**	83775.5	59.3**	0.151**	73.1**
C × T × V	5	0.035**	7.00**	0.20	83837.7	38.8**	0.009**	197.8**
C × T × M	12	0.075**	3.93**	2.95**	83971.3	49.7**	0.300**	297.3**
C × M × V	60	0.017**	1.94**	2.10**	83739.1	55.1**	0.125**	47.9**
T × M × V	60	0.013**	2.26**	0.88**	83751.4	51.4**	0.052**	34.5**
C × T × M × V	60	0.012**	1.15**	0.79**	83764.0	54.8**	0.061**	23.6**

<sup>1</sup>\*\*, \*Significance at 0.01 and 0.05 levels of probability, respectively.

其次為白度，在一期作室溫處理由57.3降至49.9，低溫處理由57.3降至56.0；二期作室溫處理由54.4降至44.5，低溫處理由54.8降至51.5，兩個期作之最高與最低值不似pH值會出現在貯藏時期之始末處，雖然也可看到低溫使得白度變動範圍縮小，有其效果存在，但整體而言，隨著兩個月取樣一次之測定值，在室溫處理雖稍有起伏然其下降趨勢較明顯，低溫則高低起落變異不大，二期米則甚至不易看出下降趨勢。第三項為糙米率，多落在76%~79%之間，不易看出期作間、溫度處理間與兩個月取樣期間有較明顯之變化趨勢。第四項為完整米率，整體而言以二期米較佳，介於64.0%~70.3%之間，一期米則介於45.5%~68.1%之間，無法由溫度處理間與兩個月取樣期間看出規則性之變化。故除pH值外，由白度、糙米率與完整米率等三項不易進行判別稻穀新鮮與否。

第五項為凝膠展延性，在一期作室溫處理由79.5 mm降至50.0 mm，低溫處理由84.0 mm降至61.5 mm，最高值出現在0個月或附近，最低值出現在24個月與18個月；二期作室溫處理由89.5 mm降至42.5 mm，低溫處理由90.0 mm降至72.0 mm，最高值皆出現在2個月，最低值都出現在24個月，亦可明顯看出隨貯藏時期而轉硬以及低溫貯藏延緩老化的效果，但貯藏期間表現值或升或降，相同於pH值之表現，稍長期之差異效果會優於短期，亦可考慮作為判別性狀。

表二、第一期作與第二期作收穫之臺中秈糯 1 號稻穀在貯藏期間理化性狀之變化  
Table 2. Change of physicochemical properties for the first and the second crop seasons respectively during storage of paddy rice of Taichung sen glutinous 1

Crop	Treatment	pH	Whiteness	Brown rice rate (%)	Head rice rate (%)	Translucency	Gel Consistency (mm)	
1st	(Room temperature)							
	0 month	7.48a	57.3a	78.4a	50.5cd	-	79.5a	
	2 months	7.29bc	53.5b	72.3b	51.2cd	-	74.0cd	
	4 months	7.34b	53.8b	76.5a	59.9abc	-	74.0cd	
	6 months	7.30bc	54.1b	77.8a	66.0ab	-	75.5bc	
	8 months	7.22c	53.5b	76.9a	53.3cd	-	78.5ab	
	10 months	6.72d	53.8b	78.6a	67.9a	-	74.5cd	
	12 months	6.59e	52.9b	76.7a	49.0cd	-	71.0d	
	14 months	6.54e	52.1bc	76.7a	56.0bcd	-	65.0e	
	16 months	6.51e	53.0b	79.0a	45.5d	-	61.5ef	
	18 months	6.40f	53.1b	78.4a	55.9bcd	-	73.5cd	
	20 months	6.37f	51.8bc	78.3a	49.0cd	-	60.5fg	
	22 months	6.23g	52.2bc	77.5a	46.0d	-	57.0g	
	24 months	5.52h	49.9c	79.1a	52.7cd	-	50.0h	
	(Cold temperature)	0 month	7.48a	57.3abc	78.4bc	50.5e	-	79.5b
		2 months	7.43b	56.0f	75.8e	61.1abc	-	84.0a
		4 months	7.46a	55.8f	77.6bcd	65.1ab	-	84.0a
		6 months	7.46a	56.4def	76.8de	59.2bcd	-	84.0a
		8 months	7.36c	56.0ef	77.8bcd	60.7abc	-	83.5a
		10 months	7.22d	57.7a	78.6bc	65.0ab	-	83.5a
		12 months	6.96h	57.5ab	77.3cd	60.7abc	-	83.5a
		14 months	6.94h	57.4abc	77.9bcd	51.2e	-	78.0b
		16 months	7.11f	57.1abcd	78.8b	54.6cde	-	77.0bc
		18 months	7.16e	56.6cdef	78.3bc	52.7de	-	61.5e
20 months		7.00g	56.0f	78.1bcd	63.8ab	-	74.0cd	
22 months		6.95h	56.4def	77.6bcd	57.6bcde	-	74.0cd	
24 months		6.80i	56.8bcde	81.2a	68.1a	-	71.5d	
2nd		(Room temperature)						
	0 month	7.76a	51.8bc	78.9ab	69.4a	-	87.0a	
	2 months	7.74a	54.4a	78.6ab	66.7bc	-	89.5a	
	4 months	7.62a	52.7b	78.6ab	69.6a	-	82.5b	
	6 months	7.24b	51.8bc	79.3a	65.4cd	-	74.5c	
	8 months	7.27b	50.9c	78.3ab	68.0ab	-	74.0c	
	10 months	7.19b	45.9efg	77.8b	66.3bcd	-	54.0d	
	12 months	7.33b	47.2de	78.5ab	67.7abc	-	53.0de	
	14 months	7.20b	46.3def	77.6b	64.0d	-	54.5d	
	16 months	7.18b	47.8d	78.7ab	68.5ab	-	52.5def	
	18 months	6.98c	47.1def	78.6ab	67.9abc	-	50.5ef	
	20 months	6.73d	46.0efg	78.8ab	68.2ab	-	50.0f	
	22 months	6.50e	44.5g	78.7ab	68.8ab	-	47.0g	
	24 months	6.63de	45.5fg	79.2a	68.3ab	-	42.5h	
	(Cold temperature)	0 month	7.76a	51.8cd	78.9a	69.4abc	-	87.0ab
		2 months	7.76a	53.3abcd	79.2a	70.3a	-	90.0a
		4 months	7.67b	54.6ab	78.9a	68.7abc	-	76.0de
		6 months	7.55d	54.8a	79.2a	67.4cd	-	77.0de
		8 months	7.51e	54.3ab	79.0a	69.5abc	-	84.5bc
		10 months	7.37h	52.6bcd	79.0a	67.5bc	-	83.5bc
		12 months	7.44f	52.8abcd	78.6a	68.1abc	-	84.0bc
		14 months	7.58c	51.5d	78.5a	70.0ab	-	87.0ab
		16 months	7.41g	52.8abcd	78.5a	69.2abc	-	86.5ab
		18 months	7.39h	53.6abc	78.6a	65.0d	-	82.0c
20 months		7.22i	54.0ab	79.3a	69.6abc	-	78.0d	
22 months		7.20j	53.8abc	78.8a	67.7bc	-	73.5ef	
24 months		7.19j	54.8a	79.3a	67.3cd	-	72.0f	

Values within the same column followed by different letters are significantly different at P<0.05.

另一個糯稻品種臺梗糯5號稻穀在兩年貯藏期間理化性狀之變化(表三),表現差異明顯且隨貯藏時期呈下降趨勢的仍只有pH值與凝膠展延性。pH值在第一期作室溫處理由7.43降至6.08,低溫處理由7.43降至6.81,最高值都出現在最新鮮之0個月,最低值也皆在24個月;第二期作室溫處理由7.72降至6.45,低溫處理由7.72降至7.15,最高值都出現在最新鮮之0個月,最低值在24個月或接近期,由pH值變化仍可看出低溫貯藏延緩衰化之效果明顯,但期間仍有高低起伏。凝膠展延性在第一期作室溫處理由91.5 mm降至47.5 mm,低溫處理由88.5 mm降至72.0 mm,最高值出現在2個月與4個月,最低值則在24個月與18個月;第二期作室溫處理由90.0 mm降至45.5 mm,低溫處理由90.5 mm降至76.5 mm,最高值皆出現在2個月,最硬的凝膠則都表現在24個月,除低溫維持品質效果明顯外,貯藏期間亦會有起落高低,和pH值表現相同,稍長期之差異明顯大於短期。

臺梗8號稻穀在兩年貯藏期間理化性狀之變化(表四),表現差異明顯且隨貯藏時期呈下降趨勢的仍有pH值與凝膠展延性,此外糯稻品種所沒有之透明度亦值得探究。pH值在第一期作室溫處理由7.40降至5.95,低溫處理由7.40降至6.87,最高值都出現在0個月,最低值也都在24個月;第二期作室溫處理由7.71降至6.33,低溫處理由7.73降至7.07,最高值皆出現在2個月,最低值也在24個月或接近期,低溫延緩衰化之效果仍舊明顯,但還是會有起落。凝膠展延性在第一期作室溫處理由85.5 mm降至49.0 mm,低溫處理由85.5 mm降至59.5 mm,最軟的凝膠都出現在最新鮮之0個月,最硬值則在24個月與18個月;第二期作室溫處理由83.0 mm降至51.5 mm,低溫處理由81.0 mm降至67.0 mm,最軟的凝膠出現在2個月及8個月,最低值則都出現在24個月,整體數值表現低於兩個糯稻品種,除低溫貯藏維持品質效果明顯外,貯藏期間仍會有或高或低現象,和pH值相同,稍長期之差異比較明顯。至於透明度在第一期作室溫與低溫處理都由2.5級增加至4級,2.5級只出現在0個月,3級在室溫處理出現3次而低溫處理出現5次,4級在室溫處理出現3次而低溫處理只出現1次;第二期作室溫處理與低溫處理皆由3級增加至4級,但在室溫處理3級與4級分別出現5次與8次,而在低溫處理則分別有8次與2次,足見低溫貯藏確有較長期維持白米透明效果,但其差異效果需要更長的時期才能顯現。

另一個低直鏈澱粉含量梗稻品種臺梗9號稻穀在兩年貯藏期間理化性狀之變化(表五),表現差異明顯且有下降趨勢的亦為pH值、凝膠展延性與透明度。pH值在第一期作室溫處理由7.41降至5.70,低溫處理由7.41降至6.80,最高值都出現在0個月,最低值都出現在24個月;第二期作室溫處理由7.71降至6.30,低溫處理由7.75降至7.00,最高值皆出現在2個月,最低值則在24個月或接近期,低溫延緩衰化之效果依然明顯,但期間還是會有起落。凝膠展延性在第一期作室溫處理由83.0 mm降至48.5 mm,低溫處理由83.0 mm降至54.0 mm,最軟的凝膠出現在最新鮮之0個月,最硬值在24個月與18個月;第二期作室溫處理由82.0 mm降至53.0 mm,低溫處理由83.5 mm降至69.5 mm,最軟的凝膠出現在0個月與2個月,最硬值皆在24個月,除低溫貯藏維持品質效果仍然明顯外,貯藏期間仍會有高低起伏,也和pH值相同,稍長期之差異表現得比較明顯。透明度則沒有如臺梗8號之2.5級起跳,第一期作室溫與低溫處理都由3.0級增加至4級,3級在室溫處理出現2次而低溫處理出現3次,4級室溫處理出現9次而低

表三、第一期作與第二期作收穫之臺梗糯 5 號稻穀在貯藏期間理化性狀之變化  
 Table 3. Change of physicochemical properties for the first and the second crop seasons respectively during storage of paddy rice of Taikeng glutinous 5

Crop	Treatment	pH	Whiteness	Brown rice rate (%)	Head rice rate (%)	Translucency	Gel Consistency (mm)	
1st	(Room temperature)							
	0 month	7.43a	55.2a	81.9ab	64.9abcd	-	83.5b	
	2 months	7.23ab	53.1ab	80.9bcd	62.0abcde	-	91.5a	
	4 months	7.31a	50.6bcd	79.9de	56.5de	-	88.0a	
	6 months	7.29ab	51.8b	77.5f	64.4abcd	-	88.0a	
	8 months	7.20abc	52.2b	79.9de	60.3bcde	-	82.0b	
	10 months	7.04bc	52.0b	82.3a	65.4abcd	-	77.5c	
	12 months	6.95c	51.3bc	81.4abc	69.9a	-	74.5cd	
	14 months	6.50d	51.4bc	81.0abcd	67.0abc	-	71.5de	
	16 months	6.51d	47.2e	80.4cd	69.1ab	-	69.5e	
	18 months	6.42d	46.7e	80.6bcd	54.5e	-	75.5cd	
	20 months	6.34de	48.8cde	81.3abc	69.2ab	-	54.5f	
	22 months	6.36d	51.9b	79.9de	57.6cde	-	50.5fg	
	24 months	6.08e	48.3de	78.8ef	54.3e	-	47.5g	
	(Cold temperature)	0 month	7.43a	55.2abc	81.9ab	64.9ab	-	83.5d
		2 months	7.36b	55.7ab	80.4def	60.8ab	-	88.0ab
		4 months	7.43a	54.6bc	79.3g	62.7ab	-	88.5a
		6 months	7.37b	53.8c	79.7efg	64.1ab	-	87.0abc
		8 months	7.26c	56.3ab	79.9defg	54.8bcd	-	87.0abc
		10 months	7.21cd	56.5a	82.3a	67.6a	-	86.5bc
		12 months	6.98fg	56.5a	79.6fg	58.6abc	-	86.0c
		14 months	7.00f	55.4abc	79.6fg	46.4d	-	80.0e
		16 months	7.07e	55.8ab	80.8bcd	53.8bcd	-	79.5e
		18 months	7.15d	55.5abc	81.6abc	70.2a	-	56.0h
20 months		7.00f	54.9abc	80.7cde	48.3cd	-	76.0f	
22 months		6.93g	54.6bc	79.7defg	54.7bcd	-	75.0f	
24 months	6.81h	55.9ab	82.1a	58.6abc	-	72.0g		
2nd	(Room temperature)							
	0 month	7.72a	56.0a	81.7ab	71.2ab	-	89.5a	
	2 months	7.59b	55.5a	81.7ab	69.1bc	-	90.0a	
	4 months	7.59b	55.8a	81.4b	72.3ab	-	83.0b	
	6 months	7.26cd	55.0ab	83.1a	73.9a	-	82.5b	
	8 months	7.26c	53.4b	78.9c	71.1ab	-	69.5c	
	10 months	7.16de	51.6c	78.5c	70.8ab	-	65.5d	
	12 months	7.21cd	49.7de	81.5ab	71.2ab	-	64.5de	
	14 months	7.31c	49.7de	81.5ab	72.0ab	-	67.0cd	
	16 months	7.09e	50.5cde	81.6ab	68.1bc	-	67.0cd	
	18 months	6.74f	51.2cd	82.3ab	65.4c	-	62.0e	
	20 months	6.72f	50.5cde	81.9ab	74.5a	-	56.5f	
	22 months	6.45g	49.7de	82.2ab	71.0ab	-	52.5g	
	24 months	6.54g	49.5e	82.8ab	72.6ab	-	45.5h	
	(Cold temperature)	0 month	7.72b	56.0abcd	81.7abc	71.2ab	-	89.5ab
		2 months	7.77a	55.4bcd	81.4bc	65.3bcd	-	90.5a
		4 months	7.68b	57.1a	81.8abc	72.3a	-	82.5ef
		6 months	7.51c	56.1abc	81.3cd	70.6abc	-	82.0ef
		8 months	7.44d	56.9ab	78.7e	70.8abc	-	81.0fg
		10 months	7.30e	55.9abc	78.9e	70.5abc	-	87.5bc
		12 months	7.41d	54.2d	81.5bc	69.6abc	-	86.5cd
		14 months	7.52c	52.4e	80.6d	70.6abc	-	89.0abc
		16 months	7.32e	55.2cd	81.6abc	66.9abcd	-	84.0de
		18 months	7.40d	56.4abc	82.3a	67.6abcd	-	81.5efg
20 months		7.20f	56.8abc	81.5bc	66.7abcd	-	78.0h	
22 months		7.16fg	57.0ab	81.6bc	63.1d	-	79.0gh	
24 months	7.15g	56.4abc	82.1ab	64.5cd	-	76.5h		

Values within the same column followed by different letters are significantly different at P<0.05.

表四、第一期作與第二期作收穫之臺梗 8 號稻穀在貯藏期間理化性狀之變化

Table 4. Change of physicochemical properties for the first and the second crop seasons respectively during storage of paddy rice of Taikeng 8

Crop	Treatment	pH	Whiteness	Brown rice rate (%)	Head rice rate (%)	Translucency	Gel Consistency (mm)	
1st	(Room temperature)							
	0 month	7.40a	43.1a	82.2abc	71.7ab	2.5d	85.5a	
	2 months	7.30b	39.6de	81.7abcde	70.5abc	3.0c	73.5b	
	4 months	7.40a	38.6fg	81.1de	72.4a	3.0c	72.0bc	
	6 months	7.29b	40.7bc	79.4f	65.4cde	3.0c	74.0b	
	8 months	7.18c	40.5c	81.5bcde	67.1abcde	3.5b	73.5b	
	10 months	7.15d	40.3cd	82.6a	72.1a	3.5b	69.5cd	
	12 months	6.96e	41.4b	81.4bcde	71.1abc	3.5b	67.0d	
	14 months	6.70f	40.4c	80.9e	66.3bcde	3.5b	66.0de	
	16 months	6.60g	39.2ef	82.4ab	63.8e	3.5b	63.0e	
	18 months	6.45h	38.5g	82.1abcd	70.8abc	3.5b	72.0bc	
	20 months	6.27i	38.9efg	81.9abcde	69.7abcd	4.0a	58.0f	
	22 months	6.18j	39.5e	81.4bcde	66.1bcde	4.0a	51.5g	
	24 months	5.95k	38.4g	81.2cde	64.6de	4.0a	49.0g	
	2nd	(Cold temperature)						
		0 month	7.40a	43.1a	82.2ab	71.7ab	2.5d	85.5a
		2 months	7.35b	41.1def	81.6bc	70.4ab	3.0c	81.0b
		4 months	7.42a	41.0ef	81.3cd	71.6ab	3.0c	80.5bc
		6 months	7.36b	41.0ef	80.5d	73.4a	3.0c	81.0b
		8 months	7.26c	41.3de	81.9bc	68.6abc	3.0c	82.5b
		10 months	7.21d	41.9bc	82.8a	68.9abc	3.0c	78.0cd
		12 months	6.95h	42.1b	81.3cd	70.7ab	3.5b	76.5de
		14 months	7.00g	42.8a	81.7bc	68.1bc	3.5b	75.5de
		16 months	7.12f	41.5cd	82.1abc	70.7ab	3.5b	74.0ef
18 months		7.17e	41.6cd	82.2ab	64.6c	4.0a	59.5i	
20 months		7.00g	40.7fg	81.9bc	71.1ab	3.5b	71.5fg	
22 months		6.98gh	41.1def	81.8bc	69.1abc	3.5b	70.0gh	
24 months		6.87i	40.5g	81.8bc	72.5ab	3.5b	68.5h	
2nd		(Room temperature)						
		0 month	7.68a	40.1c	82.5bc	73.8abcd	3.0b	77.0b
		2 months	7.71a	41.3ab	82.6bc	73.4abcd	3.0b	83.0a
		4 months	7.51b	41.9a	82.9b	74.1abc	3.0b	78.0b
		6 months	7.22c	40.3c	84.4a	75.0a	3.0b	78.5b
		8 months	7.09d	39.4d	78.8d	69.8ef	3.0b	69.5c
		10 months	7.01e	39.1de	79.0d	69.6f	4.0a	57.5de
		12 months	7.13d	38.2fg	82.4bc	72.5bcd	4.0a	57.0def
		14 months	7.18c	38.7ef	82.1bc	74.3ab	4.0a	60.0d
		16 months	6.84f	37.5hi	82.4bc	74.0abc	4.0a	60.0d
	18 months	6.70g	37.6gh	82.6bc	72.1cd	4.0a	57.5de	
	20 months	6.35hi	38.3f	82.1bc	74.7a	4.0a	55.0ef	
	22 months	6.39h	40.7bc	81.4c	51.9g	4.0a	54.0fg	
	24 months	6.33i	36.9i	83.5ab	71.8de	4.0a	51.5g	
	2nd	(Cold temperature)						
		0 month	7.68b	40.1d	82.5abc	73.8ab	3.0c	77.0cd
		2 months	7.73a	41.3ab	82.5abc	73.4ab	3.0c	79.0abc
		4 months	7.63c	41.5a	82.7ab	74.2a	3.0c	80.5ab
		6 months	7.37e	40.8abcd	82.1abc	73.1ab	3.0c	80.5ab
		8 months	7.34f	41.4a	80.3d	71.1ab	3.0c	81.0a
		10 months	7.28h	41.1abc	81.3cd	71.0ab	3.0c	78.5bcd
		12 months	7.33fg	40.5bcd	82.5abc	72.1ab	3.0c	76.5d
		14 months	7.51d	40.1d	82.3abc	73.4ab	3.0c	78.5bcd
		16 months	7.23i	40.7abcd	81.7bc	65.5c	3.5b	78.5bcd
18 months		7.31g	40.7abcd	82.8ab	68.9bc	4.0a	79.0abc	
20 months		7.19j	41.3ab	82.1abc	72.2ab	4.0a	77.0cd	
22 months		7.07l	40.7abcd	82.6abc	71.4ab	3.5b	69.0e	
24 months		7.09k	40.4cd	83.4a	72.3ab	3.5b	67.0e	

Values within the same column followed by different letters are significantly different at  $P < 0.05$ .



表五、第一期作與第二期作收穫之臺梗 9 號稻穀在貯藏期間理化性狀之變化  
Table 5. Change of physicochemical properties for the first and the second crop seasons respectively during storage of paddy rice of Taikeng 9

Crop	Treatment	pH	Whiteness	Brown rice rate (%)	Head rice rate (%)	Translucency	Gel Consistency (mm)	
1st	(Room temperature)							
	0 month	7.41a	43.1a	82.1ab	65.5ab	3.0c	83.0a	
	2 months	7.24b	41.0cd	81.5bc	65.3abc	3.0c	63.5cde	
	4 months	7.33a	40.3d	80.7cde	56.1def	3.5b	65.0cd	
	6 months	7.21bc	43.1a	77.8f	57.4cde	3.5b	67.0bc	
	8 months	7.15c	41.6bc	81.0cd	55.6def	4.0a	66.5bcd	
	10 months	7.06d	41.9b	82.2ab	72.4a	4.0a	64.0cde	
	12 months	6.90e	41.7bc	80.0e	52.3ef	4.0a	61.0def	
	14 months	6.14h	41.9b	80.9cd	48.2f	4.0a	58.5efg	
	16 months	6.23g	39.0e	82.8a	52.7ef	4.0a	56.5fg	
	18 months	6.47f	37.7f	82.4ab	55.1def	4.0a	71.5b	
	20 months	6.25g	38.5e	80.6de	55.0def	4.0a	48.5h	
	22 months	6.04i	38.8e	80.0e	50.6ef	4.0a	53.0gh	
	24 months	5.70j	38.4ef	80.7cde	61.0bcd	4.0a	48.5h	
	2nd	(Cold temperature)						
		0 month	7.41a	43.1a	82.1a	65.5a	3.0c	83.0a
		2 months	7.33b	42.4ab	80.9ef	61.4bc	3.0c	77.0c
		4 months	7.41a	40.9e	81.8abc	58.2cde	3.0c	76.5c
		6 months	7.32b	42.9a	81.2def	64.7ab	3.5b	78.5bc
		8 months	7.24c	42.3abc	82.1a	61.3bcd	3.5b	80.5ab
		10 months	7.19c	42.1abcd	81.4bcdef	62.6ab	4.0a	78.5bc
		12 months	7.01e	43.0a	81.3cdef	53.6fgh	3.5b	77.5c
		14 months	6.94fg	42.9a	81.5bcde	47.0i	4.0a	73.5d
		16 months	6.98ef	42.1abcd	80.9f	52.8gh	4.0a	73.0d
18 months		7.08d	41.1de	80.9f	57.6de	4.0a	54.0f	
20 months		6.95fg	41.4bcde	81.9abc	56.8ef	4.0a	71.5de	
22 months		6.91g	41.3cde	81.9ab	52.4h	4.0a	71.0de	
24 months		6.80h	41.7bcde	81.6abcd	56.4efg	4.0a	69.0e	
1st		(Room temperature)						
		0 month	7.62b	39.5ab	82.0bc	70.5cde	3.0c	82.0a
		2 months	7.71a	40.2a	82.0bc	70.9bcd	3.0c	80.0a
		4 months	7.46c	40.3a	81.2cd	71.3bcd	3.0c	70.5bc
		6 months	7.22d	39.5ab	82.5b	71.2bcd	3.0c	73.0b
		8 months	7.08ef	38.7abc	78.3e	69.7de	3.5b	69.0c
		10 months	7.06f	37.8cde	78.2e	69.2e	4.0a	59.0de
		12 months	7.12e	36.6e	81.8bc	69.1e	4.0a	58.0ef
		14 months	7.22d	37.9cde	80.9d	73.8a	4.0a	61.0d
		16 months	6.85g	37.5cde	81.8bc	71.2bcd	4.0a	61.5d
	18 months	6.64h	37.7cde	82.2b	72.4ab	4.0a	59.0de	
	20 months	6.41i	38.3bcd	82.6b	69.9de	4.0a	56.0f	
	22 months	6.83g	36.8de	78.5e	67.3f	3.5b	56.0f	
	24 months	6.30j	37.8cde	83.7a	72.0bc	4.0a	53.0g	
	2nd	(Cold temperature)						
		0 month	7.62b	39.5bcd	82.0bcd	70.5cd	3.0a	82.0ab
		2 months	7.75a	39.6bcd	82.3abc	71.2abc	3.0a	83.5a
		4 months	7.64b	40.8a	81.7cd	72.3a	3.0a	70.0d
		6 months	7.34d	40.5ab	82.5ab	70.5cd	3.0a	73.5cd
		8 months	7.34d	39.7abcd	78.7f	70.0cd	3.0a	73.5cd
		10 months	7.28e	39.5bcd	78.5f	69.7d	3.0a	79.0ab
		12 months	7.34d	37.9e	81.7cd	67.2e	3.0a	78.0bc
		14 months	7.48c	38.8de	80.7e	70.3cd	3.5b	80.0ab
		16 months	7.24f	39.3cd	83.0a	71.8ab	3.5b	80.5ab
18 months		7.29e	39.7abcd	81.4de	62.6f	4.0a	81.0ab	
20 months		7.18g	40.0abcd	81.6cd	70.6bcd	3.5b	73.5cd	
22 months		7.00h	40.2abc	82.0bcd	70.2cd	3.5b	71.0d	
24 months		7.03h	39.6bcd	82.9a	70.4cd	3.5b	69.5d	

Values within the same column followed by different letters are significantly different at P<0.05.

溫處理只出現7次；第二期作室溫處理與低溫處理亦由3級增加至4級，但在室溫處理3級出現4次而4級出現7次，低溫處理則分別有7次與1次，依然可見低溫對於長期貯藏之白米透明度確實具有維持效果。

另一個低直鏈澱粉含量品種屬秈稻的臺中秈10號稻穀在兩年貯藏期間理化性狀之變化(表六)，表現差異明顯且有下降趨勢的仍有pH值、凝膠展延性與透明度。pH值在第一期作室溫處理由7.56降至5.85，低溫處理由7.56降至6.92，最高值皆出現在0個月，最低值皆出現在24個月；第二期作室溫處理由7.80降至6.62，低溫處理由7.85降至7.19，最高值都出現在2個月，最低值也在24個月或接近期，低溫貯藏較容易維持品質之效用仍然可見，但期間還是有高低起伏。凝膠展延性在第一期作室溫處理由90.0 mm降至41.0 mm，低溫處理由90.0 mm降至46.5 mm，最軟的凝膠出現在最新鮮之0個月，最硬值則表現在24個月與18個月；第二期作室溫處理由73.0 mm降至45.5 mm，低溫處理由75.0 mm降至59.5 mm，最軟的凝膠都出現在2個月，最硬值則在24個月，整體數值表現低於兩個秈稻品種，同樣地除低溫貯藏維持品質效果明顯外，貯藏期間仍會有起落變化，稍長期之差異仍會比較明顯。透明度在第一期作之表現稍為零亂，除0個月之4級偏高外，室溫與低溫處理都由3級增加至4級，3級在室溫處理只出現1次而低溫處理出現3次，4級在室溫處理出現7次而低溫處理出現3次；第二期作室溫處理與低溫處理皆由3級增加至4級，室溫處理3級與4級分別出現4次與8次，而低溫處理則分別有8次與2次，顯見低溫貯藏對於長期維持白米透明度確有效果存在。

另一個秈稻品種為臺中秈17號，屬於高直鏈澱粉含量品種，其稻穀在兩年貯藏期間理化性狀之變化(表七)，表現差異明顯且有下降趨勢的還是pH值、凝膠展延性與透明度等三項，只是由於屬於硬凝膠故展延性變化範圍縮小，而透明度級數增加。pH值在第一期作室溫處理由7.46降至6.20，低溫處理由7.47降至6.90，最高值出現在0個月與4個月，最低值皆在24個月；第二期作室溫處理由7.69降至6.61，低溫處理由7.72降至7.17，最高值出現在2個月，最低值在24個月或接近期，低溫貯藏延緩衰化之效果依舊明顯，但期間還是會有起落。凝膠展延性在第一期作室溫處理由24.5 mm降至20.0 mm，低溫處理由24.5 mm降至21.0 mm，最軟的凝膠出現在最新鮮之0個月，最硬值則在24個月與18個月；第二期作室溫處理由26.0 mm降至20.0 mm，低溫處理由25.5 mm降至21.0 mm，最軟的凝膠出現在2個月與4個月，最硬值則都在24個月，雖然低溫貯藏維持品質效果感覺上不及糯稻與低直鏈澱粉含量品種，但表現之趨勢仍相同，同時在貯藏期間仍會有高低起伏，稍長期之差異表現還是較明顯。透明度則多在4~5級間，表現不及其他參試之低直鏈澱粉含量品種，第一期作室溫與低溫處理都由4級增加至5級，4級在室溫處理出現4次而低溫處理出現6次，5級室溫處理出現9次而低溫處理只出現7次；第二期作室溫處理與低溫處理由3.5級增加至5級，但3.5級只出現在0個月，室溫處理4級出現3次而5級出現8次，低溫處理則分別有8次與3次，可見即使透明度差的品種，低溫貯藏對於長期貯藏之白米透明度還是具有維持效果。

表六、第一期作與第二期作收穫之臺中秈 10 號稻穀在貯藏期間理化性狀之變化  
Table 6. Change of physicochemical properties for the first and the second crop seasons respectively during storage of paddy rice of Taichung sen 10

Crop	Treatment	pH	Whiteness	Brown rice rate (%)	Head rice rate (%)	Translucency	Gel Consistency (mm)	
1st	(Room temperature)							
	0 month	7.56a	43.0a	78.4abc	61.1ab	4.0a	90.0a	
	2 months	7.29ab	39.9cd	78.3abcd	60.7ab	3.0c	62.5c	
	4 months	7.36ab	40.1cd	77.9abcd	69.4a	3.5b	62.0cd	
	6 months	7.37ab	40.3cd	75.8f	66.3a	3.5b	6.40c	
	8 months	7.24b	40.7c	77.6bcde	62.4ab	4.0a	60.0d	
	10 months	7.25b	40.2cd	78.0abcd	67.6a	4.0a	56.0e	
	12 months	7.22b	40.9bc	77.3de	62.5ab	4.0a	52.0f	
	14 months	6.35c	42.5ab	77.4cde	31.4d	4.0a	50.0f	
	16 months	6.39c	40.8c	78.9a	47.1c	3.5b	50.0f	
	18 months	6.21c	40.1d	78.5ab	63.7a	3.5b	68.0b	
	20 months	6.37c	39.8cd	77.7bcde	40.4cd	4.0a	45.5g	
	22 months	6.27c	39.6cd	76.7ef	42.0cd	4.0a	43.0h	
	24 months	5.85d	39.0d	78.4abc	50.2bc	4.0a	41.0h	
	2nd	(Cold temperature)						
		0 month	7.56a	43.0a	78.4bcd	61.1cd	4.0a	90.0a
		2 months	7.36cd	41.0b	78.2bcd	60.5d	3.0c	74.5de
		4 months	7.48ab	40.9b	78.5abc	68.1a	3.0c	75.0de
		6 months	7.44bc	40.7bc	77.4d	67.1a	3.0c	75.0de
		8 months	7.28de	40.6bc	78.2bcd	63.2bc	3.5b	79.5b
		10 months	7.19ef	40.0bcd	78.7abc	68.8a	4.0a	79.0bc
		12 months	7.20ef	41.2ab	78.9ab	64.4b	3.5b	76.5cd
		14 months	7.07gh	41.0b	78.2bcd	61.7cd	3.5b	72.5ef
		16 months	7.12fg	40.4bc	77.8cd	60.8cd	3.5b	71.5f
18 months		7.13fg	40.2bcd	78.3bcd	33.5e	4.0a	46.5i	
20 months		7.02h	39.1cd	78.6abc	62.7bcd	3.5b	68.5g	
22 months		7.01h	38.6d	79.4a	63.1bc	3.5b	64.0h	
24 months		6.92i	40.4bcd	77.9bcd	67.5a	4.0a	64.0h	
2nd		(Room temperature)						
		0 month	7.75a	38.6d	78.3ab	71.0a	3.0c	57.5de
		2 months	7.80a	39.4bc	78.4ab	66.3d	3.0c	73.0a
		4 months	7.54b	40.5a	78.4ab	64.2e	3.0c	67.0b
		6 months	7.28cd	38.8cd	79.5a	63.9e	3.0c	63.0c
		8 months	7.29cd	39.9ab	78.3ab	67.9c	3.5b	63.0c
		10 months	7.23d	36.6efg	77.4b	64.2e	4.0a	58.0d
		12 months	7.27cd	36.0g	77.8b	69.1bc	4.0a	53.0f
		14 months	7.31c	37.1ef	77.6b	68.5bc	4.0a	54.5ef
		16 months	7.10e	36.7efg	78.3ab	67.8cd	4.0a	54.0f
	18 months	6.90f	36.4fg	78.0ab	67.6cd	4.0a	51.5fg	
	20 months	6.71g	38.1d	79.0ab	69.5ab	4.0a	49.0g	
	22 months	6.62h	36.6efg	78.4ab	68.6bc	4.0a	48.5gh	
	24 months	6.63h	37.3e	79.0ab	68.1bc	4.0a	45.5h	
	2nd	(Cold temperature)						
		0 month	7.75cd	38.6cd	78.3bc	71.0a	3.0c	57.5g
		2 months	7.85a	38.8bc	78.7abc	69.9ab	3.0c	75.0a
		4 months	7.77ab	40.4ab	78.2c	65.7e	3.0c	70.0bc
		6 months	7.46cd	39.3bc	79.3a	66.5de	3.0c	70.5b
		8 months	7.45cd	39.9abc	79.1ab	68.3bcd	3.0c	70.0bc
		10 months	7.36cd	37.0d	78.4bc	66.9cde	3.0c	71.0b
		12 months	7.43cd	39.4bc	78.3bc	68.3bcd	3.0c	67.0cd
		14 months	7.53bc	41.3a	77.8c	68.2bcd	3.0c	66.5d
		16 months	7.43cd	38.9bc	78.6abc	69.3ab	3.5b	67.0cd
18 months		7.41cd	40.1abc	78.3bc	68.8bc	4.0a	65.5d	
20 months		7.31cd	40.3abc	78.4bc	67.8bcde	4.0a	64.5de	
22 months		7.23d	39.4bc	78.3bc	66.2de	3.5b	61.5ef	
24 months		7.19d	39.0bc	78.5bc	66.4de	3.5b	59.5fg	

Values within the same column followed by different letters are significantly different at P<0.05.

表七、第一期作與第二期作收穫之臺中秈 17 號稻穀在貯藏期間理化性狀之變化  
 Table 7. Change of physicochemical properties for the first and the second crop seasons respectively during storage of paddy rice of Taichung sen 17

Crop	Treatment	pH	Whiteness	Brown rice rate (%)	Head rice rate (%)	Translucency	Gel Consistency (mm)	
1st	(Room temperature)							
	0 month	7.46a	51.9a	80.1ab	55.9ab	4.0b	24.5a	
	2 months	7.24bc	47.6bc	78.4bc	54.6ab	4.0b	23.5b	
	4 months	7.34ab	47.6bc	79.5ab	60.8a	4.0b	23.0bc	
	6 months	7.28bc	48.0bc	76.9c	61.2a	4.0b	23.0bc	
	8 months	7.17c	48.9ab	79.8ab	62.0a	5.0a	22.5cd	
	10 months	7.17c	43.5d	80.0ab	55.6ab	5.0a	22.0de	
	12 months	7.14c	46.0bcd	79.8ab	48.8b	5.0a	21.5ef	
	14 months	6.70d	46.8bcd	79.0ab	28.1de	5.0a	21.0fg	
	16 months	6.44e	46.5bcd	80.6a	28.3de	5.0a	20.5gh	
	18 months	6.60d	45.8bcd	80.6a	33.1cd	5.0a	21.0fg	
	20 months	6.58de	45.1cd	79.9ab	28.3de	5.0a	21.0fg	
	22 months	6.45e	45.4bcd	79.3ab	23.9e	5.0a	20.5gh	
	24 months	6.20f	43.9d	79.8ab	40.5c	5.0a	20.0h	
	2nd	(Cold temperature)						
		0 month	7.46a	51.9a	80.1a	55.9ab	4.0b	24.5a
		2 months	7.34b	50.3bc	78.0c	54.8b	4.0b	24.0ab
		4 months	7.47a	49.0cd	79.8ab	54.2b	4.0b	23.5bc
		6 months	7.42a	50.8ab	80.9a	55.5ab	4.0b	24.0ab
		8 months	7.22c	48.9cde	79.5abc	43.2cd	4.0b	23.5bc
		10 months	7.24c	47.4efg	79.7ab	65.3a	4.0b	23.5bc
		12 months	7.23c	49.1cd	79.3abc	51.2bc	5.0a	23.0cd
		14 months	7.01f	49.0cd	79.9ab	33.6de	5.0a	22.5de
		16 months	7.07e	47.8def	79.4abc	36.8de	5.0a	22.0e
18 months		7.14d	46.7fg	80.2a	30.0e	5.0a	21.0f	
20 months		7.01f	46.0g	80.3a	38.3de	5.0a	22.0e	
22 months		7.00f	46.3g	78.5bc	34.9de	5.0a	22.0e	
24 months		6.90g	46.6fg	80.6a	48.9bc	5.0a	22.0e	
2nd		(Room temperature)						
		0 month	7.67a	46.8a	80.6bc	68.8ab	3.5c	25.0b
		2 months	7.69a	45.6ab	81.0abc	61.7cde	4.0b	26.0a
		4 months	7.45b	45.2b	80.7bc	60.9de	4.0b	25.0b
		6 months	7.26c	44.6bc	83.0a	69.3ab	4.0b	24.5b
		8 months	7.17e	44.4bcd	80.3bc	69.5a	3.5c	22.0d
		10 months	7.12f	41.5g	80.1bc	68.1ab	5.0a	23.5c
		12 months	7.22d	41.2g	80.6bc	66.1abc	5.0a	23.0c
		14 months	7.25c	43.0def	79.2c	69.3a	5.0a	21.5de
		16 months	7.07g	43.6cde	80.8bc	57.8ef	5.0a	21.5de
	18 months	7.02h	43.5cde	80.0bc	55.6f	5.0a	21.5de	
	20 months	6.76i	43.3cdef	80.7bc	64.8abcd	5.0a	21.0e	
	22 months	6.61k	42.2efg	80.9abc	64.4bcd	5.0a	21.0e	
	24 months	6.64j	42.0fg	81.5ab	64.8abcd	5.0a	20.0f	
	2nd	(Cold temperature)						
		0 month	7.67b	46.8a	80.6bcd	68.8ab	3.5c	25.0ab
		2 months	7.72a	45.9ab	80.9abc	67.2abc	4.0b	25.0ab
		4 months	7.66b	44.8bcd	80.4bcd	59.6fg	4.0b	25.5a
		6 months	7.45d	44.5bcd	80.9abc	68.9a	4.0b	24.5abc
		8 months	7.43d	45.4abc	80.2cd	68.3ab	3.5c	23.0de
		10 months	7.35f	44.2cd	80.0d	68.7ab	4.0b	24.0bcd
		12 months	7.43d	44.0cde	81.1ab	67.1abc	4.0b	23.5cde
		14 months	7.57c	43.4de	77.0e	64.5cde	4.0b	23.5cde
		16 months	7.39e	45.5abc	80.6bcd	61.2ef	4.0b	23.0de
18 months		7.32g	45.6abc	79.9d	65.3bcd	5.0a	23.0de	
20 months		7.20h	45.1bc	80.9abc	64.5cde	5.0a	22.5ef	
22 months		7.20h	44.6bcd	80.3bcd	56.5g	4.0b	21.5fg	
24 months		7.17i	42.5e	81.5a	62.2def	5.0a	21.0g	

Values within the same column followed by different letters are significantly different at  $P < 0.05$ .

稻米之酸度或pH值常被利用作為檢定新鮮度的指標<sup>(3,6,8,11,12)</sup>，根據李等<sup>(3)</sup>剛收穫稻米的pH值範圍分布在6.9~7.5之間，有近八成樣品表現在7.2以上，各品種之間的差異在0.5範圍內，貯藏超過一年稻穀碾製之白米，粳米pH值平均降至6.3以下，秈米為6.4。而本次試驗樣品一期最新米在7.4以上，一年舊米為7.0，兩年舊米最低為6.16；二期最新米在7.63以上，一年舊米為7.3，兩年舊米最低為6.66，兩個期作的最新米與一年舊米均高於李等<sup>(3)</sup>實際取樣於倉貯米之表現，但後者應該更具有符合實情的代表性，也由於實際倉貯之影響因素較多，不似本試驗之來源與各種貯藏條件之穩定，pH值易動範圍當然相對增大。若再參考農糧署全球資訊網站之公糧稻米品質驗收標準：當期者高於pH 6.6，前一期者高於pH 6.4，所定之標準並不嚴苛。

在物理性狀中，似有降低貯藏溫度會提高最能代表碾米品質的完整米率，但在表三臺梗糯5號之一期米、二期米以及表五臺梗9號之二期米出現相反的現象，說明降低貯藏溫度會提高完整米率的說法有時不一定成立，有時會因品種而異<sup>(17,20)</sup>。至於化學性狀中的凝膠展延性因降低貯藏溫度而延緩的效果極為明顯，可見於表二至表七的所有表現，也相同於前人之結果<sup>(17,20)</sup>，但短期間內仍會有高低起伏現象，甚至另有較新的米反而表現出較硬的凝膠<sup>(19)</sup>，更說明來源不同的米可能原本就有不同之品質，直接進行相互之比較或據以推斷生產年期，並不恰當，若進行多個有關性狀分析後之整體品質評估比較可能較為實際，因為實際上的食用米多為來源不同的混合米。

就本試驗結果，稻穀原料來源相同、貯藏條件相同之單純情況下，在所測定之稻米品質理化性狀中，米粒pH值、凝膠展延性與透明度(糯稻除外)等是隨著貯藏時期增加而產生較明顯變化的三個性狀，但其皆會表現出短期內不易判別，或是長期貯藏雖有明顯下降或上升趨勢但會伴隨高低起伏之變化，同時亦無法以其中的任何單一性狀去判別新鮮與否或貯藏時期到底有多久，再加上不同品種間隨貯藏時期之性狀表現變化也不一定相同。故建議無論是單一品種或混合品種稻穀，可以在相同條件下如相同的時間範圍、相同的配置藥品、相同的測定方法以及相同米質種類的品種之情形下，進行上述三個性狀之測定，再將結果整合，進行樣品間新鮮程度的比較，同時須配合一個當下最新的水稻栽培品種例如臺梗9號作為對照，以方便比對，判別每次之新鮮程度比較結果也僅適用於測定之當次。

故若欲判別稻穀新鮮與否，僅以單一理化性狀不宜輕率進行，可藉由理化性狀中變化較明顯者例如pH值、凝膠展延性與透明度，進行整合後之新鮮程度比較，亦即綜和品質之比較，當然若再能配合其他檢驗方法如生化性狀<sup>(9)</sup>或其他方式<sup>(18)</sup>等同時進行，判斷之準確性應可再予提高，此外將來亦宜從事研究開發其他新的理化判別性狀。

## 誌 謝

本研究承蒙農委會科技計畫補助，並誠摯感謝農業試驗所嘉義分所吳永培副研究員協助統計分析以及本場米質實驗室全體同仁之鼎力協助。

## 參考文獻

1. 王聯輝、謝順景 1988 貯藏期間稻米品質的改變 p.282-300 稻米品質研討會專集。
2. 江伯源、盧訓、林子清 1998 不同儲存時間對原料米及米飯品質之影響 食品科學 25:559-568。
3. 李來居、王長瑩、盧虎生 2000 不同品種、倉儲及市售小包裝白米之可溶性酸度變異 中華農學會報 1:501-517。
4. 宋勳 1978 臺中地區農會貯藏稻穀品質探討之試驗 臺中區農業改良場研究彙報 2:17-25。
5. 宋勳 1986 稻米品質分級及改良 p.109-125 四十年來臺灣地區稻作生產改進專輯。
6. 宋勳、洪梅珠 1987 貯藏方式對稻谷倉儲期間品質之影響 臺中區農業改良場研究彙報 14,15:15-26。
7. 呂秀英、呂椿堂 1998 綜合變方分析之正確使用 科學農業 180:146-155。
8. 洪梅珠、宋勳 1994 包裝形式與貯存溫度對小包裝白米品質之影響 臺中區農業改良場研究彙報 43:7-15。
9. 陳宗禮 2002 稻米貯藏的化學變化與新鮮度檢定 中華農藝 12:199-209。
10. 陳宗禮、許愛娜 1997 稻米新鮮度檢驗法 p.15-30 稻米品質檢驗技術研討會專刊。
11. 許愛娜、宋勳 1986 新舊米檢定方法之研究(第一報) 臺中區農業改良場研究彙報 12:19-26。
12. 許愛娜、宋勳 1991 單粒新舊米檢定方法之研究(第二報) 臺中區農業改良場研究彙報 33:1-6。
13. 盧訓、陳樺翰、張高峰、曾東海 2001 稻米經儲藏後對其米粒理化特性之改變 中華農學會報 2:241-250。
14. Cagampang, G. B., C. M. Perze and B. O. Juliano. 1973. A gel consistency test for eating quality of rice. *J. Sci. Fd. Agric.* 24: 1589-1594.
15. Chrastil, J. 1994. Effect of storage on the physicochemical properties and quality factors of rice. In: *Rice Science and Technology*, (ed. By Mkarshall, W. E. and J. I. Wadsworth) pp. 49-81. 59. Marcel Dekker, Inc., NY, U.S.A.
16. Indudhara, Swamy Y. M., C. M. Sowbhagya and K. R. Bhattacharya. 1978. Changes in the physicochemical properties of rice with ageing. *J. Sci. Food Agric.* 29:627-639.
17. Juliano, B. O. 1985. Criteria and tests for rice grain qualities. In: *Rice Chemistry and Technology*, (ed. By Juliano, B. O.) pp. 443-524. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN, U.S.A.
18. Lii, L. J., C. Y. Wang and H. S. Lur. 1999. A novel means of analyzing soluble acidity of rice grains. *Crop Sci.* 39:1160-1164.

19. Lin, W. M., S. M. Chang and C. Y. Lii. 1979. Studies on the Changes of Physicochemical Properties of Rice during Storage. Bulletin of the Institute of Chemistry, Academia Sinica 26:13-23.
20. Villareal, R. M., A. P. Resurreccion, L. B. Suzuki and B. O Juliano. 1976. Changes in physicochemical properties of rice during storage. Staerke 28:88-94.

# Changes in the Physicochemical Properties of Paddy Rice During Storage<sup>1</sup>

Ai-Na Hsu<sup>2</sup>

## ABSTRACT

Six different quality rice varieties stored at room temperature and 10°C for 24 months. The results showed that the physicochemical properties showed a significant difference between rice crops and temperature treatments as well as among varieties. Low temperature would slow down the deterioration. Among all investigated characters, the pH value and gel consistency showed more significant difference. And both of them decreased during storage, so they could be used to compare the degree of freshness of paddy rice. On the other hand, translucency of milled rice became worse during storage. It also could be considered as a assisting determinative characters.

**Key words:** paddy rice, storage, physicochemical properties.

---

<sup>1</sup> Contribution No. 0668 from Taichung DARES, COA.

<sup>2</sup> Associate Agronomist of Taichung DARES, COA.