

不同鮮度之稻米其化學組成及澱粉理化特性 變化之探討

國立中興大學食品科學系 盧訓

摘要

本實驗選用台農秈 19 號、高雄秈 7 號為原料，經碾磨為 90%精白度之白米，以糙米做對照。米樣品於室溫下儲藏，於每三個月為周期共 15 個月，以隨機取樣之方式製備試驗樣品。稻米取樣後，磨粉、過 100 mesh 的篩網後，置於防潮箱備用。探討稻米的一般化學成份、澱粉理化特性、澱粉液化酵素活性、糊化行為、pH 值和脂肪酸組成經貯藏後之變化。由實驗結果發現各個米種從 0 個月至 12 個月的灰份及粗脂肪含量變化呈不規則性、粗蛋白則隨貯藏時間增加而減少。各個米種經貯藏後的連續糊化黏度值及吸熱焓值(ΔH)呈不規則變化。而稻米的 pH 值會隨貯藏時間增加而減少。在台農秈 19 號 97、98 和 98 方面及高雄秈 7 號 98 和 98 方面，0 到 3 個月儲存期間，澱粉液化的酵素活性有略為增加的趨勢，3 個月之後也隨貯藏時間增加而開始有下降的趨勢。而台農秈 19 號 99 1 和高雄秈 7 號 99，則隨貯藏時間的增加，而有下降的趨勢。貯存後之 $C_{16:0}$ 含量有增加的現象，但不隨時間增加而增加； $C_{18:1}$ 和 $C_{18:2}$ 的含量則有減少的現象產生。

一、前言

一般而言，在食用或加工處理前，稻米的儲藏過程是一必須的步驟。由於受到不同儲藏條件如倉儲通風、溫度和濕度等因素之影響，稻米的理化特性因此有不同程度的改變。本實驗就國內所育成的不同米種，將之碾白成精白米，於室溫及低溫下儲藏，並於不同儲藏時間取出測定其間化學成份、pH 值、澱粉、蛋白質及酵素活性之變化，以探討儲藏與碾白對稻米理化特性及米食產品品質的影響。

二、材料與方法

(一) 試驗材料：

擬選用台農秈 19 號(TNS19;T19)、高雄秈 7 號(KSS7;K7)為試驗樣品，台農秈 19 號取 1997 年第二期品種(97)、1998 年第一期品種(98)、1998 年第二期品種(98)及 1999

年第一期品種(99)，高雄秈 7 號取 1998 年第一期品種(98)、1998 年第二期品種(98) 及 1999 年第一期品種(99)，稻米品種由農業試驗所提供。

(二) 試驗方法：

1. 儲藏處理：於室溫倉儲中儲藏。
2. 取樣：於每三個月以隨機取樣之方式，取得試驗樣品。

(三) 實驗項目：

1. 化學成分分析(含水分、灰分、粗蛋白、粗脂肪等)：原料及產品依照 AOAC (1984) 方法測定其成分組成。
2. 澱粉理化特性包括澱粉液化酵素活性之測定、連續糊化粘度之測定、示差掃描熱分析：澱粉液化? (amylase) 活性測定根據 Shin (1985)及 Bernfeld 之方法 (1955)。連續糊化粘度的測定採用 Blakeney 等人 (1991) 之方法，以快速黏度測定儀 (Rapid Visco Analyzer; RVA)(Newport Scientific Instruments, Narrabeen, N. S. W., Australia) 測定。示差掃描熱分析 (Differential Scanning Calorimetry; DSC) 修飾 Huang et al. 等 (1994) 之方法。
3. pH 值及脂肪酸組成之測定。

三、結 果

1. 稻米的化學成份及脂肪酸含量：各個米種從 0 個月至 12 個月的灰份及粗脂肪含量變化呈不規則性，粗蛋白則隨貯藏時間增加而減少(表 1)。在脂肪酸含量方面，測出其都含有 $C_{16:0}$ 、 $C_{18:1}$ 、 $C_{18:2}$ 三種必須脂肪酸，其貯存後之 $C_{16:0}$ 含量有增加的現象，但不隨時間增加而增加； $C_{18:1}$ 和 $C_{18:2}$ 的含量則有減少的現象產生，也是不隨時間增加而減少(表 5)。

2. 稻米之理化特性：以快速黏度測定儀測定，測得 0、3、6、9、12 及 15 個月之稻米的糊化溫度、尖峰黏度、回昇黏度及最終黏度。在糊化溫度方面高雄秈比台農秈略高，但在尖峰、回昇和最終黏度，則是台農秈比高雄秈略高。而在貯藏方面，則呈不規則性變化(表 4)。以示差掃描熱分析儀已測得稻米 0、3、6、9、12 及 15 個月的吸熱焓值、糊化起始(T_0)和最終溫度(T_p)(表 2)。在吸熱焓值、 T_0 和 T_p 方面，高雄秈比台農秈高，在貯藏期間，各個品種皆呈不規則變化。稻米的 pH 值會隨貯藏時間增加(0 個月~15 個月)而減少(表 3)。

3. 澱粉水解酵素活性：0、3、6、9、12 及 15 個月已完成(圖一)。在台農秈 19 號 97、98 和 98 方面及高雄秈 7 號 98 和 98 方面，0 到 3 個月儲存期間，酵素活性有略為增加的趨勢，3 個月之後也隨貯藏時間增加而開始有下降的趨勢。而台農秈 19 號 99 1 和高雄秈 7 號 99，則隨貯藏時間的增加，而有下降的趨勢。

四、結 論

稻米經室溫長時間貯藏，其化學組成、游離脂肪酸含量及酵素活性隨著貯藏時間而有所變化，這些也會影響到糊化行為。整體而言，長時間之貯藏對於加工品質如何應配合產品品質以尋找到最適貯藏期間之稻米與加工之相關性。

表 1. 儲藏時間對不同米種米穀粉基本化學成分之影響

Table 1. Effect of storage time on chemical composition of different rice flour

Varieties	Storage	Ash (%)	Crude Protein (%)	Crude Lipid (%)
TNS19-97	0	0.55	9.58	0.97
	3	0.38	7.40	0.83
	6	0.66	6.47	0.95
	9	0.50	5.44	0.73
	12	0.53	5.22	0.87
	15	0.65	8.59	1.34
TNS19-98	0	0.34	9.56	0.83
	3	0.37	7.63	0.79
	6	0.55	6.66	0.66
	9	0.44	6.75	0.73
	12	0.56	4.45	0.82
	15	0.61	8.59	1.17
TNS19-98	0	0.56	10.15	0.89
	3	0.33	8.80	0.76
	6	0.58	7.81	0.70
	9	0.37	7.60	0.53
	12	0.53	5.04	0.65
	15	0.53	8.24	1.01
TNS19-99	0	0.41	6.77	0.56
	3	0.41	5.36	0.63
	6	0.41	5.18	0.65
	9	0.45	7.37	1.17
KSS7-98	0	0.49	10.32	0.64
	3	0.44	9.84	0.66
	6	0.61	9.27	0.97
	9	0.53	8.13	0.84
	12	0.61	7.31	0.94
	15	0.60	8.75	1.34
KSS7-98	0	0.41	11.97	1.55
	3	0.41	11.75	1.24
	6	0.70	9.85	1.03
	9	0.65	8.47	1.05
	12	0.63	7.80	0.8
	15	0.71	8.31	1.77
KSS7-99	0	0.51	6.57	0.60
	3	0.40	6.25	0.77
	6	0.51	6.13	0.71
	9	0.64	11.5	0.98

表 2. 儲藏時間對不同米種之糊化性質的影響

Table 2. Effect of storage time on heats of gelatinization and endotherm characteristics of different rice flour

Varieties	Storage	To()	Tp()	ΔH (mj/mg)
TNS19-97	0	62.76	68.60	5.916
	3	62.99	68.80	6.659
	6	59.80	68.81	5.896
	9	62.55	68.69	5.932
	12	63.23	69.66	5.283
	15	62.49	68.70	4.020
TNS19-98	0	62.90	68.93	6.151
	3	63.46	69.40	7.078
	6	57.58	69.48	7.732
	9	63.30	69.07	7.346
	12	63.97	68.93	7.639
	15	63.63	69.43	5.587
TNS19-98	0	62.05	68.17	7.178
	3	61.59	67.31	5.596
	6	53.62	67.78	6.177
	9	64.04	70.19	7.282
	12	62.85	68.71	4.43
	15	63.36	68.88	5.404
TNS19-99	0	59.37	69.86	7.624
	3	63.35	69.56	7.225
	6	64.26	69.92	5.157
	9	63.54	69.01	5.258
KSS7-98	0	72.12	77.46	9.128
	3	73.06	78.03	9.149
	6	73.83	78.01	9.686
	9	72.79	77.71	9.497
	12	73.41	78.26	8.816
	15	73.05	77.18	6.830
KSS7-98	0	70.40	76.12	8.168
	3	72.17	77.41	8.599
	6	72.79	75.71	9.386
	9	70.56	75.93	8.963
	12	71.54	76.76	6.972
	15	70.62	75.73	5.765
KSS7-99	0	73.10	78.11	10.533
	3	73.11	78.49	10.251
	6	74.16	78.96	7.253
	9	72.78	77.73	7.588

表 3. 儲藏時間對不同米種之 pH 值的影響

Table 3. Effect of storage time on the value of pH of different rice flour

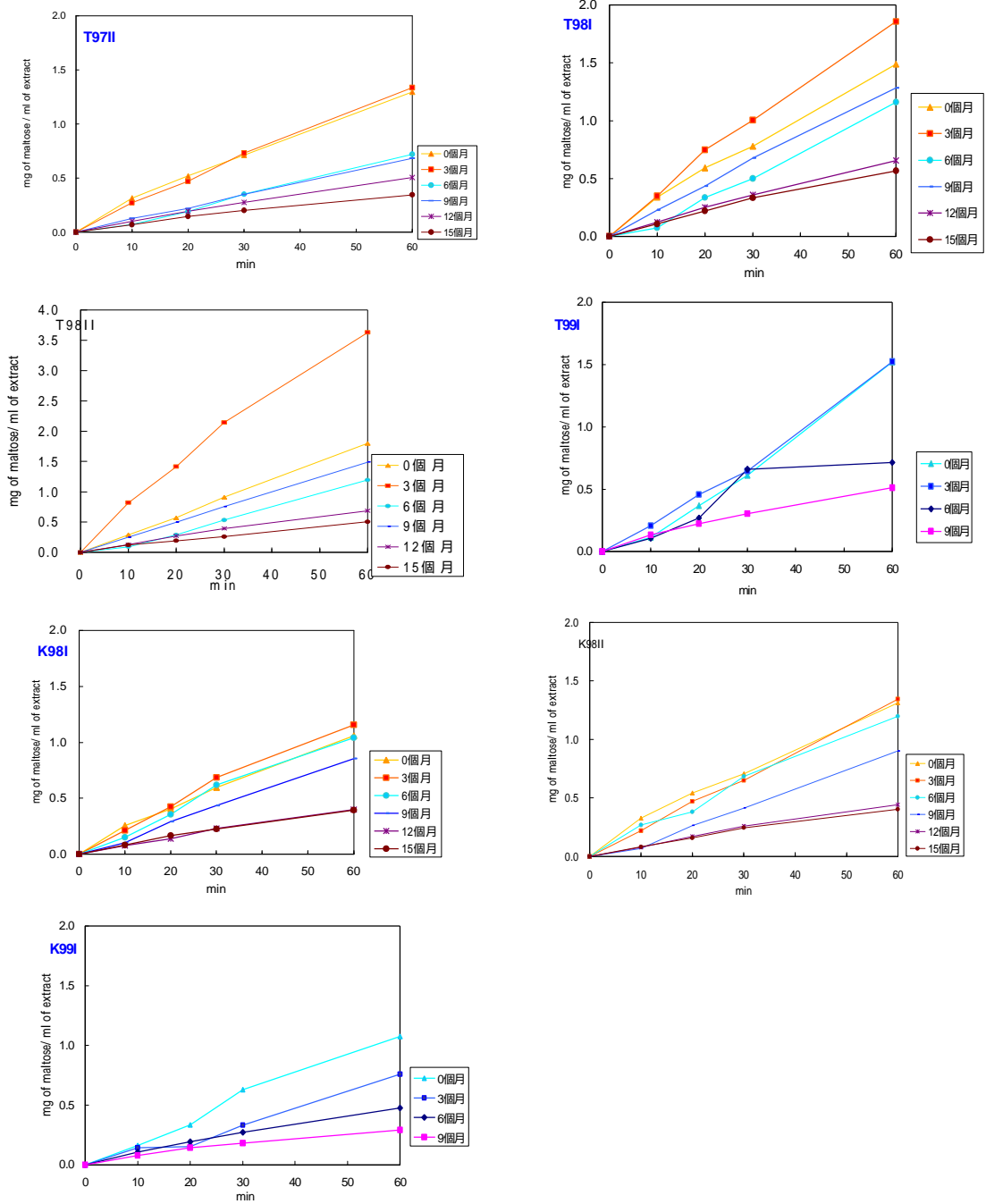
Varieties	Storage period (mons.)	pH
TNS19-97	0	6.17
	3	6.09
	6	6.00
	9	5.94
	12	5.88
	15	5.86
TNS19-98	0	6.09
	3	6.06
	6	5.98
	9	5.94
	12	5.90
	15	5.85
TNS19-98	0	6.12
	3	6.12
	6	6.12
	9	6.12
	12	6.08
	15	6.08
TNS19-99	0	6.24
	3	6.12
	6	6.10
	9	6.10
KSS7-98	0	6.25
	3	6.16
	6	6.11
	9	5.99
	12	5.94
	15	5.79
KSS7-98	0	6.30
	3	6.23
	6	6.26
	9	6.21
	12	6.14
	15	6.12
KSS7-99	0	6.32
	3	6.22
	6	6.15
	9	6.11

表 4、儲藏時間對稻米之連續糊化黏度特性之影響

Table 4. Effect of storage time on the pasting characteristic of different rice flour

Rice varieties	Storage	¹ T	P	H	H/P	F	F/P
TNS19-97	0	73.45	275	222.67	0.81	502	1.83
	3	74.2	300.33	261	0.86	555.67	1.85
	6	70.6	535.5	407.5	0.76	826	1.54
	9	82.575	498	448	0.74	816.5	1.64
	12	82.9	478	438	0.92	816	1.70
	15	82.15	479.33	420.67	0.88	816	1.71
TNS19-98	0	72.8	260	206.67	0.79	438	1.68
	3	72.22	293.67	243.33	0.83	498	1.70
	6	71.15	511.7	380.3	0.74	767.33	1.50
	9	76.6	551.67	499.33	0.91	665.67	1.21
	12	79.40	495	380	0.77	818	1.65
	15	78.23	465.5	367	0.79	810	1.74
TNS19-98	0	72.60	243.67	204.33	0.84	451.33	1.85
	3	72.5	260.33	208.67	0.80	452.33	1.74
	6	70.65	486	374.7	0.77	774	1.59
	9	76.38	498.67	459	0.92	680	1.36
	12	79.95	476	416	0.87	816	1.71
	15	80.27	465.67	376	0.81	802	1.72
TNS19-99	0	69.82	443.3	357	0.81	566	1.28
	3	73.13	530	347	0.65	715.3	1.35
	6	75.70	547	427	0.78	816	1.49
	9	74.55	495.67	338.33	0.68	686.33	1.38
KSS7-98	0	78.23	257	190.33	0.74	344.67	1.34
	3	79.15	246.33	192	0.78	363	1.47
	6	78.28	438	302.3	0.69	598.3	1.37
	9	80.32	421.33	288.67	0.69	641.33	1.52
	12	82.70	393	315	0.80	670	1.70
	15	84.05	401.5	340	0.85	612	1.53
KSS7-98	0	78.72	205.33	151.67	0.74	327.33	1.59
	3	76.03	228	178.33	0.78	353	1.55
	6	76.25	393	256	0.65	532	1.35
	9	80.53	369.33	254.67	0.69	598.67	1.62
	12	84.35	336	274	0.82	566	1.68
	15	85.55	341.33	276.33	0.81	570.67	1.67
KSS7-99	0	78.28	404.73	302	0.75	474.67	1.17
	3	80.43	466	329.67	0.71	579.33	1.24
	6	81.2	460	317	0.69	642	1.4
	9	80.90	428.33	340	0.80	529.33	1.24

¹T: pasting temperature ; P: peak viscosity ; H: holding strength ; F: final viscosity



圖一、儲藏對不同米種米穀粉液化活性之影響

Fig.1. Effect of storage period on amylase activity of different rice flour.

表 5. 儲藏期間對各個米種脂肪酸含量(mg/100g rice flour)的影響

Table 5. Effect of storage time on the content of fatty acid of different rice flour

Rice varieties		TNS19-97					
storage period(mos.)		0	3	6	9	12	18
Myristic acid	C14:0			2.99	7.78	5.80	13.12
Palmitic acid	C16:0	120.52	153.11	137.55	143.14	168.93	124.07
Stearic acid	C18:0	13.86	11.57	12.51	10.93	13.85	11.90
Oleic acid	C18:1	279.36	225.75	204.22	174.69	245.49	185.06
Linoleic acid	C18:2	262.5	226.45	212.70	184.03	251.36	175.76
Linolenic acid	C18:3			8.25	7.66	7.46	6.39
Arachidic acid	C20:0			4.34	3.06	3.38	3.05
	C20:1			2.86	2.77	3.17	2.72
Behenic acid	C22:0			2.63	2.43	1.77	2.53
Lignoceric acid	C24:0			4.57	4.08	6.44	4.47

Rice varieties		TNS19-98					
storage period(mos.)		0	3	6	9	12	18
Myristic acid	C14:0			7.38	9.08	4.80	6.20
Palmitic acid	C16:0	123.80	137.45	128.86	149.04	154.28	142.68
Stearic acid	C18:0	13.92	13.50	12.70	12.21	12.45	13.81
Oleic acid	C18:1	219.24	205.75	177.32	186.05	168.59	196.96
Linoleic acid	C18:2	236.58	203.58	199.47	202.16	165.80	200.87
Linolenic acid	C18:3			7.85	8.11	7.15	6.41
Arachidic acid	C20:0			3.06	3.14	3.38	3.24
	C20:1			2.93	2.83	2.75	2.60
Behenic acid	C22:0			2.51	2.31	2.69	2.12
Lignoceric acid	C24:0			4.42	4.29	5.21	5.95

Rice varieties		TNS19-98					
storage period(mos.)		0	3	6	9	12	18
Myristic acid	C14:0			3.23	5.37	4.64	2.07
Palmitic acid	C16:0	111.8	128.71	137.51	138.83	152.98	112.96
Stearic acid	C18:0	11.1	10.58	11.51	9.94	11.81	9.38
Oleic acid	C18:1	189.08	170.79	175.57	173.63	188.57	137.02
Linoleic acid	C18:2	232.38	215.72	208.86	201.19	218.50	169.06
Linolenic acid	C18:3			9.81	9.57	9.77	7.61
Arachidic acid	C20:0			2.73	2.79	3.18	2.69
	C20:1			3.33	2.76	3.10	2.52
Behenic acid	C22:0			2.69	2.13	2.43	2.06
Lignoceric acid	C24:0			3.53	4.23	5.02	3.83

Rice varieties		TNS19-99			
storage period(mos.)		0	3	6	9
Myristic acid	C14:0	6.42	8.03	6.10	3.07
Palmitic acid	C16:0	116.71	118.83	120.71	129.98
Stearic acid	C18:0	13.09	12.33	13.17	13.34
Oleic acid	C18:1	210.94	166.86	163.84	184.08
Linoleic acid	C18:2	257.63	194.79	197.82	210.66
Linolenic acid	C18:3	8.99	6.61	8.11	8.44
Arachidic acid	C20:0	2.92	2.23	3.45	3.62
	C20:1	3.13	2.14	2.97	2.83
Behenic acid	C22:0	2.75	1.92	2.49	2.85
Lignoceric acid	C24:0	4.93	3.47	5.51	5.78

續表 5. 儲藏期間對各個米種脂肪酸含量(mg/100g rice flour)的影響

Table 5. Effect of storage time on the content of fatty acid of different rice flour

Rice varieties		KSS7-98					
storage period(mos.)		0	3	6	9	12	18
Myristic acid	C14:0			4.92	4.30	5.51	7.80
Palmitic acid	C16:0	103.80	145.37	137.78	165.85	173.15	144.54
Stearic acid	C18:0	12.05	13.87	13.83	12.24	13.32	13.68
Oleic acid	C18:1	257.58	233.52	215.53	215.92	248.26	215.57
Linoleic acid	C18:2	289.73	257.63	237.53	230.69	260.87	229.26
Linolenic acid	C18:3			8.35	7.20	8.55	6.70
Arachidic acid	C20:0			3.61	3.35	4.48	3.75
	C20:1			2.96	2.43	3.28	2.716
Behenic acid	C22:0			2.37	2.30	2.25	2.37
Lignoceric acid	C24:0			4.45	3.41	7.35	4.65

Rice varieties		KSS7-98					
storage period(mos.)		0	3	6	9	12	18
Myristic acid	C14:0			25.80	37.05	5.87	7.38
Palmitic acid	C16:0	146.76	160.89	155.03	175.82	225.17	155.59
Stearic acid	C18:0	10.18	13.27	14.15	14.98	18.76	13.27
Oleic acid	C18:1	408.62	380.43	265.11	306.87	367.73	241.89
Linoleic acid	C18:2	399.58	350.26	278.78	308.45	383.28	257.02
Linolenic acid	C18:3			11.79	10.90	15.08	9.91
Arachidic acid	C20:0			3.97	3.55	5.56	3.64
	C20:1			3.69	3.35	4.75	3.15
Behenic acid	C22:0			2.07	2.10	3.90	2.50
Lignoceric acid	C24:0			4.82	2.64	7.55	2.26

Rice varieties		KSS7-99			
storage period(mos.)		0	3	6	9
Myristic acid	C14:0	5.54	7.51	5.76	6.81
Palmitic acid	C16:0	112.48	145.62	132.60	120.06
Stearic acid	C18:0	15.64	12.81	13.43	12.59
Oleic acid	C18:1	198.61	196.37	185.85	168.99
Linoleic acid	C18:2	237.12	220.53	220.18	196.47
Linolenic acid	C18:3	8.74	8.29	7.44	6.64
Arachidic acid	C20:0	3.87	3.70	3.39	3.22
	C20:1	2.88	2.88	2.46	2.20
Behenic acid	C22:0	1.89	2.65	1.97	1.77
Lignoceric acid	C24:0	4.49	4.47	6.30	3.58