

쌀 및 쌀가루 저장중 품질 안정성의 비교

김 병 삼
(유통연구실)

1. 서 론

쌀(*Oryzde satival* L.)은 우리나라 뿐만 아니라 동남아시아를 비롯한 세계 여러나라의 중요한 식량 자원으로써 한번 수확하면 어떠한 형태로든 다음 수확기까지 저장하여야 할 필요성이 있다. 그러나 곡류의 저장중 저곡 해충에 의한 손실은 세계적으로 약 20%에 달하며¹⁾ 우리나라의 경우만 해도 수확 후 건조, 저장, 유통과정을 통하여 손실되는 양은 상당할 것으로 여겨진다. 따라서, 증산에 의한 노력보다 수확 후 적절한 관리를 통하여 손실을 방지함으로써 곡류의 저장 안정성을 향상시키는 것은 새로운 다수확 품종의 개발에 버금가는 또 다른 방향의 간접적인 식량 증산으로 여길 수 있는 것이다.

지금까지 우리나라의 쌀 저장에 대한 연구는 저장방법의 개선²⁻⁵⁾ 및 저장중의 이화학적 변화⁶⁻⁹⁾에 대해 1960년대 말부터 부분적인 연구가 많이 진행되어 왔다. 그러나 쌀을 쌀가루 형태로 조제하여 그 저장성을 비교한 보고를 찾아볼 수 없다. 본 연구는 이러한 점에 착안하여 영농 기술의 진전에 따라 계속 생산량이 늘고 있는 쌀을 국수와 라면 등에 대체 원료로써 다각적으로 활용하기 위해 그 일환으로써 우선 쌀을 분말 형태로 만들어 곡립 상태와 가루 형태의 저장성을 비교함으로써 향후 쌀가루로써의 유통 가능성을 검토하고자 하였다.

2. 재료 및 방법

가. 시료

저장에 사용한 쌀은 1986년도에 수확한 칠성벼 (Indica 형)를 9분 도정하여 사용하였고 이를 다시 roll mill 을 이용, 분쇄하여 입자 크기가 60 mesh 이하가 되도록 한 것을 쌀가루 저장 시료로 하였다.

나. 이화학적 분석

일반성분은 A.O.A.C.법¹⁰⁾, amylose 함량은 二國 방법¹¹⁾, 지방산도는 A.A.C.C.법¹²⁾으로 측정하였으며 아밀로그래프 특성은 Brabender의 amylograph 를 이용하여 측정하였다. 즉, 쌀 및 쌀가루를 80 mesh로 분쇄한 다음 8% 현탁액(dry basis)으로 조제하고 개시온도 30°C에서 시작하여 1.5°C/min의 속도로 온도를 상승시키면서 그 특성을 살폈고, 95°C에서 15분간 방치한 후의 점도를 측정하여 최고 점도와와의 차이에 의해 breakdown을 구하였다. 저장중의 색택의 변화는 hunter 색차계(color and color difference meter, Yasuda Seiki Seisakusho)를 사용하여 L(백색도) 값과 ΔE(총 갈변도)로써 나타내었다.

다. 관능검사

저장중의 쌀 및 쌀가루의 관능적 품질은 5인의 panel member 를 구성하여 수제비에 대해 색택, 조직감, 이미, 이취 여부 등을 5단계 평점법으로 실

시하였다. 수제비의 제조는 쌀가루 700g 과 증류수 500ml 를 혼합하여 반죽한 다음 10g 단위로 세절하여 끓는 물에 넣고 15분간 끓여 제조하였고 쌀의 경우도 쌀가루와 동등 비교를 위해 쌀가루 형태로 분쇄한 다음 동일하게 제조하여 상온에서 10분간 방치하여 관능검사를 행하였다.

라. 저장방법

쌀 및 쌀가루를 2kg 단위로 polyethylene film (두께 : 0.08mm, 투습도 : $10g/m^2$, 24hr, 1atm, 산소투과도 : $550cc/m^2$, atm, 24hr, KS A 1013 Method)과 PE-Kraft 지 (두께 : 0.5mm, 투습도 : $13g/m^2$, 24hr, 산소투과도 : $2800cc/m^2$, atm, 24hr, KS A 1013 Method)에 2중 포장한 다음 외기의 습도 및 해충 등의 피해를 방지하기 위해 대형 데시케이터 (ϕ : 35cm, H : 30cm)에 염용액이나 건조제 등의 물질을 전혀 넣지 않고 시료만을 넣어 13°C, 상온 및 38°C에서 저장하였다. 저장중 상온 저장구의 온도 변화는 표 1과 같다.

3. 결과 및 고찰

가. 일반성분

본 시험에 사용된 쌀 및 쌀가루의 일반성분 조성은 표 2와 같다. 이중 저장중 고미취와 관계가 있는 지질함량은 0.9%였으며 아밀로오스 함량은 23.7%

였다. Juliano 등¹³⁾에 의하면 쌀의 경우 일반적으로 아밀로오스 함량이 일반계인 Japonica 형의 17~22%¹⁴⁾에 비해 약간 높은 값을 나타내었다.

나. 지방산도의 변화

그림 1은 저장중 쌀 및 쌀가루의 지방산도의 변화를 나타낸 것이다. 그림에서 보면 38°C에 저장한 경우는 저장 후 45일까지, 그리고 상온에 저장한 경우는 60일까지 지방산도 값이 급격히 증가하다가 그 이후는 완만하게 증가한 반면 13°C에서는 저장 후 180일까지 거의 완만하면서도 지속적인 증가를 나타내었다. 쌀과 쌀가루의 저장 형태에 따른 차이를 비교해 보면 전 처리구 모두 쌀가루 형태로 저장한 경우가 약간 더 큰 변화를 나타내었는데 이는 쌀을 곡립상태로 저장한 경우보다 쌀가루 상태에서는 주위 산소와의 접촉 표면적이 넓어 지질의 자동 산화와 가수분해에 의한 유리지방산의 생성이 많았기 때문인 것으로 여겨졌다. Moritaka 등¹⁵⁾은 미곡 저장중 품질의 열화를 일으키고 묵은 쌀의 냄새를 생성하는 유리지방산에 의한 변패의 척도인 지방산도는 저장중 지질이 산화하여 증가한다고 하였으며 김등¹⁾은 저장미의 품질에 가장 큰 영향을 미치는 것은 지방질이며 저장중 쌀의 지방질 가수분해 효소와 자동산화에 의한 각종 가수분해물 및 산화물의 증가를 볼 수 있으며 결합 지질보다는 유리 지질의 변화가 더 심하고 n-hexanal 등의 카보닐 화합물에 의한 고미취가 발생한다고 보고하였다.

Table 1. Changes of temperature in storage room¹⁾

Storage Period (month)	1 (May)	2 (June)	3 (July)	4 (Aug.)	5 (Sept.)	6 (Oct.)
Average Temp. (°C)	17.8	21.7	23.8	28.2	26.7	22.2

1) Room temperature treatment

다. 아밀로그래프 특성의 변화

전분질 식품인 쌀의 호화 정도에 따른 점도 변화를 알아보기 위해 아밀로그래프 특성을 측정된 결과는 Fig. 2, 3 및 4와 같다. 그림 2에서 보면 저장 온도에 관계없이 저장 기간이 경과함에 따라 호화개시 온도가 상승함을 알 수 있으며 그 증가폭은 저장 온도가 높을 수록 크게 나타났다. 그리고, 쌀과 쌀가루의 저장 형태에 따른 호화개시 온도를 비교해 보면 쌀 꼭집 상태로 저장한 경우가 쌀가루 형태로 저장한 경우에 비해 더 낮은 값을 보여주고 있다. 이러한 아밀로그래프 특성의 변화는 Yasumatsu 등¹⁶⁾이 보고한 바와 같이 유리지방산이 저장중 가수분해에 의해 중성 지질로부터 생성되어 쌀 전분의 팽윤 현상이나 호화 작용을 억제하였을 것으로 여겨지며 또한 저장중 아밀라아제 활성 감소등도 영향을 미쳤을 것⁸⁾으로 사료된다. 아밀로그래프 특성치 중 최고 점도 및 breakdown은 Fig. 3 및 4에서 나타낸 바와 같이

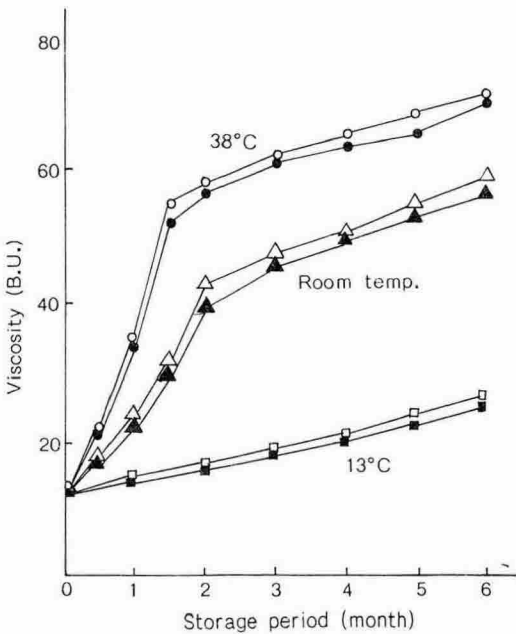


Fig. 1. Changes of fat acidity during storage (white: Rice flour, Black: Rice)

저장 기간이 경과함에 따라 역시 증가하는 것을 알 수 있다. 그리고, 그 증가폭은 38°C 저장구와 같이 최고 점도가 높을 수록 breakdown이 동시에 높게 나타남을 알 수 있다.

Table 2. Proximate composition of milled rice (rice flour)

Component	Value
Moisture	13.1
Protein	8.4
Fat	0.9
Carbohydrate	76.9
Ash	0.7
Amylose	23.7

Juliano 등¹³⁾은 쌀이 벼보다 저장성이 나쁜 이유는 표면에 있는 지질의 변패 속도가 빠르기 때문이며 Mortaka 등¹⁵⁾은 쌀에 함유되어 있는 미량의 지방이 가수분해 되어 형성된 지방산들이 전분의 아밀로오스와 복합체를 형성함으로써 전분의 용해성을 감소시키고 불포화 지방산의 자동 산화에 의해 형성된 카보닐 화합물 등이 단백질과 상호 작용하여 역시 단백질의 용해도를 감소시킬 뿐만 아니라 저장 쌀의 이취의 원인이 되기도 한다고 하였다.

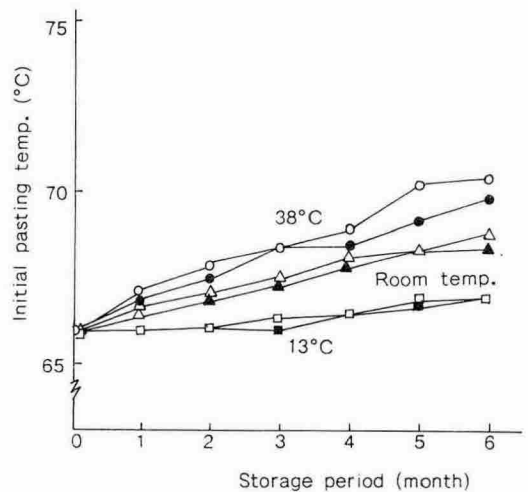


Fig. 2. Changes of initial pasting temperature during storage (white: Rice flour, Black: Rice)

Table 3. Changes of hunter's color values during storage

			Storage period (month)						
			0	1	2	3	4	5	6
13°C	L	Grain	84.5	84.5	84.1	84.0	83.8	83.7	83.6
		Flour	84.5	84.5	84.1	84.0	83.9	83.6	83.6
	ΔE^1	Grain	6.13	6.13	6.17	6.17	6.19	6.22	6.27
		Flour	6.13	6.14	6.20	6.23	6.23	6.29	6.34
Room temp.	L	Grain	84.5	84.2	84.0	83.3	83.0	82.1	82.2
		Flour	84.5	84.1	84.1	83.4	82.3	82.2	81.8
	ΔE	Grain	6.13	6.15	6.19	6.24	6.24	6.29	6.31
		Flour	6.13	6.15	6.21	6.24	6.27	6.29	6.38
38°C	L	Grain	84.5	83.6	83.4	83.2	82.9	82.1	81.8
		Flour	84.5	83.2	82.8	82.1	82.3	81.9	81.0
	ΔE	Grain	6.13	6.24	6.29	6.34	6.37	6.41	6.46
		Flour	6.13	6.30	6.31	6.35	6.37	6.44	6.51

$$1) \Delta E = \sqrt{(89.2-L)^2 + (0.921-a)^2 + (0.78-b)^2}$$

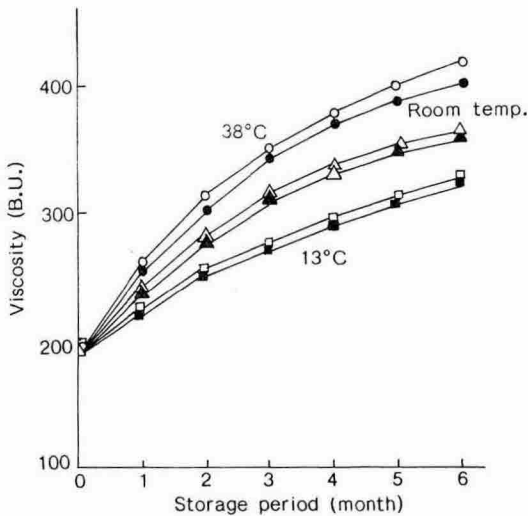


Fig. 3. Changes of maximum viscosity during storage (white: Rice flour, Black: Rice)

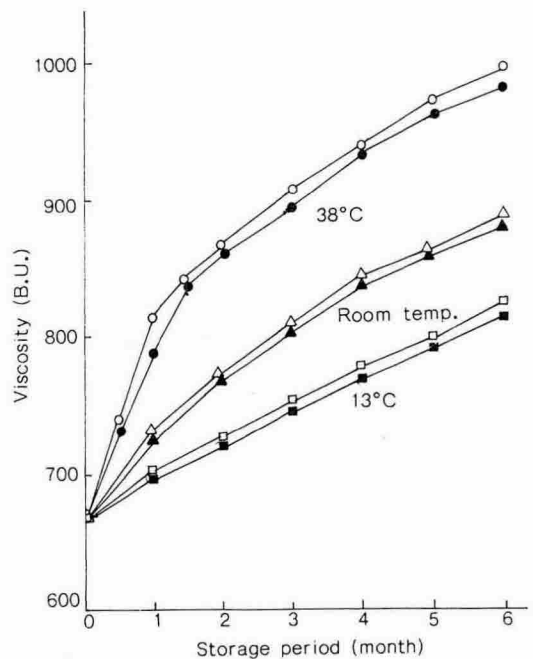


Fig. 4. Changes of breakdown during storage (white: Rice flour, Black: Rice)

라. 선택의 변화

저장중의 쌀 및 쌀가루의 선택의 변화를 동일한 입자 크기 (60 mesh)의 가루상태에서 색차계를 이용해 측정, 비교한 결과는 Table 3과 같다. 표에서 보는 바와 같이 선택의 변화는 저장 전 구간을 통해 비슷한 경향을 나타내었다. 즉, 저장 기간이 경과함에

따라 L 값(백색도)은 감소를 나타내고 있으며 ΔE 값은 증가를 나타내었다. 쌀가루의 경우가 약간 높은 변화폭을 보이는데 이는 분말 상태로 저장되었기 때문에 주위 산소와의 접촉 표면적이 커서 표면 지질의 산화나 Maillard 형의 갈변 반응 등이 관여하지 않았나 생각되어 진다. 표에서 볼 때 38°C 저장구가 상온 저장구와 13°C 저장구 보다 대체로 큰 변화

Table 4. Panel scores^{a)} for soup with dough flakes prepared from rice and rice flour during storage

Characteristics	Storage temp. (°C)	Product	Storage period (month)						
			0	1	2	3	4	5	6
Color	13°C	A ^{b)}	5.0	4.9	4.9	4.9	4.9	4.9	4.7
		B ^{c)}	5.0	4.9	4.8	4.8	4.8	4.8	4.6
	Room temp.	A	5.0	4.7	4.5	4.0	3.8	3.8	3.7
		B	5.0	4.7	4.5	4.0	3.9	3.9	3.7
	38°C	A	5.0	4.4	4.2	3.9	3.6	3.6	3.3
		B	5.0	4.2	4.0	3.8	3.8	3.5	3.3
Off-flavor	13°C	A	4.8	4.8	4.6	4.2	4.0	4.0	4.0
		B	4.8	4.8	4.6	4.3	3.9	3.9	3.8
	Room temp.	A	4.8	4.2	4.0	3.8	3.4	3.2	3.0
		B	4.8	4.2	3.9	3.9	3.5	3.2	3.0
	38°C	A	4.8	3.1	2.9	2.6	2.5	2.3	2.2
		B	4.8	3.0	2.8	2.6	2.5	2.3	2.2
Texture	13°C	A	4.2	4.2	4.2	4.1	3.9	3.9	3.7
		B	4.2	4.2	4.2	4.1	3.9	3.8	3.7
	Room temp.	A	4.2	4.2	3.9	3.7	3.6	3.5	3.5
		B	4.2	4.1	3.9	3.7	3.6	3.5	3.4
	38°C	A	4.2	4.0	3.6	3.4	3.2	3.1	3.0
		B	4.2	4.0	3.6	3.3	3.2	3.1	2.9
Overall acceptance ^{d)}	13°C	A	4.6	4.6	4.6	4.5	4.3	4.3	4.2 ^{N.S. e)}
		B	4.6	4.6	4.5	4.3	4.3	4.2	4.1 ^{N.S.}
	Room temp.	A	4.6 ^a	4.4 ^a	4.0 ^a	3.7 ^{ab}	3.5 ^b	3.2 ^b	3.1 ^b
		B	4.6 ^a	4.3 ^a	3.9 ^b	3.7 ^b	3.4 ^b	3.0 ^{bc}	2.9 ^c
	38°C	A	4.6 ^a	3.2 ^b	2.9 ^b	2.8 ^{bc}	2.5 ^{cd}	2.5 ^{cd}	2.3 ^d
		B	4.6 ^a	3.2 ^b	2.7 ^c	2.6 ^c	2.6 ^c	2.5 ^c	2.3 ^c

a) 5.0: Excellent, 4.0: Good, 3.0: Acceptable, 2.0: Poor, 1.0: Very poor b) Rice c) Rice flour d) Means not followed by the same letter in the same row differ significantly from one another (p < 0.05) e) NS means no significant difference.

폭을 나타내었는데 이는 온도가 높을 수록 반응이 활발하게 진행되었음을 알 수 있다.

마. 관능검사

저장 기간에 따른 쌀 및 쌀가루의 관능적 품질 특성의 변화는 Table 4와 같다. 쌀 곡립과 쌀가루 형태로 저장한 후에 이들을 동일한 상태 즉, 가루로 만들어 제조한 수제비의 경우 두 처리 구간에 큰 유의차는 발견하기 어려웠다. 그러나, 13°C 저장구의 경우는 저장 6개월까지 관능적으로 큰 차이를 발견할 수 없었으며 상온 저장구의 경우는 대체적으로 완만한 품질 열화를 나타내었다. 38°C 저장구의 경우는 저장 1개월 만에 품질의 열화가 두드러지게 나타났는데 특히 이미, 이취의 경우가 크게 나타났다. 그리고, 이상의 연구 결과를 종합해 볼 때 관능검사의 결과는 지방산도, 아밀로그램 특성 등의 변화와 유사한 경향을 나타내고 있는데 이는 저장중 품질 변화의 원인이 지질의 산화 및 아밀라아제 활성 저하등 다른 이화학적 특성 변화 등과 관계가 있기 때문인 것으로 여겨졌다.

4. 요 약

1986년도산 다수확계 품종(칠성)의 쌀을 쌀과 쌀가루 형태로 13°C, 상온(17~28°C), 및 38°C에 저장하면서 품질 안정성을 비교 조사하였다. 저장중 지방산도 값은 38°C 경우 45일, 상온 저장구의 경우, 60일까지 급격히 증가하다가 그 이후 완만하게 증가하였으며 13°C에 저장한 경우는 미미한 증가를 나타내었다. 그리고, 아밀로그램 특성 중 호화개시 온도, 최고 점도, breakdown은 저장중 모두 증가하였으며 그 경향은 지방산도와 비슷하였다.

관능적 품질의 변화는 13°C의 경우는 저장 6개월까지 크게 차이를 나타내지 않았으나 38°C인 경우는 1개월, 상온 저장의 경우는 5개월 만에 상품성이 크게 저하한 것으로 나타났다. 쌀과 쌀가루의 형태별 품질 안정성은 쌀의 경우가 대체로 컸으나 관능적으

로 큰 유의차를 나타내지는 않았다.

5. 참 고 문 헌

1. 김영배, 한원람, 유태종: 쌀바구니와 곰팡이가 저장미의 품질에 미치는 영향, 한국식품과학회지, 17, 399(1985) [190, 754(1975)]
2. 김형수, 최영락: 감마선 조사에 의한 쌀저장에 관한 연구, 한국식품과학회지, 1, 51(1969)
3. 김형수, 최영락, 김성기, 한인자: 감마선 조사에 의한 쌀저장에 관한 연구, 한국식품과학회, 2, 104(1970)
4. 최홍식, 권태완: 용매침지에 의한 탈지처리가 쌀의 품질 및 저장성에 미치는 영향, 한국과학식품회지, 4, 271(1972)
5. 정형근: 미곡의 장기 저장용의 포장방법, 특허공보, 제 243 호 (1973)
6. 황보정숙, 이서래: 통일미의 저장에 따른 기호특성 및 지질성분의 변화, 한국식품과학회지, 8, 74(1976)
7. 한관주, 김영상, 민용규: 수답신품종 통일의 저장성 연구, 한국식품과학회지, 8, 136(1976)
8. Myung Gon Shin, Joon Shick Phee and Tai Wan Kwan: Effect of Amylase, Activity on Changes in Amylogram Characteristics during, Storage of Brown Rice. Agric. Biol. Chem., 49, 2505(1985)
9. Myung Gon Shin, Suk Hoo Yoon, Joon Shick Rhee and Tai Wan Kwon: Correlation between Oxidative Deterioration of Unsaturated Lipid and n-Hexanal during Storage of Brown Rice. J. Food Sci. 51, 460(1986)
10. A.O.A.C.: Official Methods of Analysis, 11th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.G., (1980)
11. 二國二郎編: 덴푸안 핸드북, 朝倉書店, 東京, 214(1961)

12. A.A.C.C.: Cereal Laboratory Methods, 7th ed., 19(1962)
 13. Juliano, B.O., and Pascual, C.G.: Quality Characteristics of Milled Rice Grown in Different Countries IRRI Res. Paper Ser. No. 48(1980)
 14. 정동효, 이현유: 통일벼의 도정과 품질 및 저장개선 방안에 관한 연구, 한국식품과학회지, 8, 179(1976)
 15. Moritaka, S. and Yasumatsu, K.: The Effect of Sulfhydryl Groups on Storage Deterioration of Milled Rice. J. Jap. Doc. Food Nutr. 25, 59(1972)
 16. Yasumatsu, K., Moritaka, S., and Karimura, T.: Fatty Acid Composition of Rice Lipid and their Changes during Storage. Agric Biol. Chem., 28, 257(1964)
-