

## 쌀가루의 제분방법에 따른 증편의 노화도 특성

김영인 · 금준석\* · 이상효\* · 이현유\*

상지대학교 가정학과, \*한국식품개발연구원 쌀이용연구센터

### Retrogradation Characteristics of Jeungpyun by Different Milling Method of Rice Flour

Young-In Kim, Jun-Seok Kum\*, Sang-Hyo Lee\* and Hyun-Yu Lee\*

Department of Home Economics, Sanggi University

\*Rice Utilization Research Center, Korea Food Research Institute

#### Abstract

The relative retrogradation of Jeungpyun investigated with different milling methods of rice flour. The relative retrogradation of Jeungpyun was reduced in order that of W-C, W-P, D-M, D-J in DSC (Differential Scanning Calorimetry) method while W-C, D-M, D-J, W-P in Diastase method. In wet milling method, the relative retrogradation of Jeungpyun by pin mill (W-P) was lower than Jeungpyun by colloid mill (W-C). In dry milling method, the relative retrogradation of Jeungpyun by jet mill (D-J) was lower than Jeungpyun by micro mill(D-M). The relative retrogradation of Jeungpyun by DSC method was similar to the diastase method. The relative retrogradation of Jeungpyun was decreased with decreasing particle size and setback value for amylogram and increasing damaged starch.

Key words: rice flour, milling method, retrogradation, Jeungpyun

#### 서 론

우리나라는 예로부터 강우량이나 기온 등이 쌀생산에 적절한 조건을 갖추고 있어 쌀을 주식으로하는 식량구성이 정착되어 왔다<sup>(1)</sup>. 더구나 최근에는 여러가지의 쌀 가공식품을 다양하게 개발하기 위해서 밀가루와 같은 중간소재 형태의 쌀가루를 보급하고 쌀을 원료로 하는 전통식품과 새로운식품의 발굴이 시급히 요청된다. 이미 서양이나 일본에서도 쌀가루가 빵이나 과자, 이유식, 팥화식품 등의 여러가지 가공식품 제조에 다양하게 이용되고 있고 생쌀가루 뿐만 아니라 호화쌀가루까지도 시판되고 있는 실정이다<sup>(2)</sup>.

일반적으로 쌀가루의 기능적특성은 쌀가루 제조시 사용되는 제분기의 종류나 제분방법 등에 따라서 큰 영향을 받는 것으로 알려져 있는데<sup>(3)</sup>, 건식제분방법은 습식제분방법보다 손상전분의 양이많이<sup>(3,4)</sup> 물흡수력, 반죽성, 빵의 체적 등이 영향을 받는 것으로 알려져 있다<sup>(5,6)</sup>. 또한 손상전분은 찬물에서 용해성이 증가되고  $\beta$ -amylase에 의해 쉽게 가수분해되며 DSC의 endothermic peak의 크기가 감소되고 X-선 회절양상이 변화하는 등 호화전분과 비슷한 특성을 가지는 것으로 밝혀졌다<sup>(7,8)</sup>. 이에 제분기의 특성에 따라 쌀가루를 습식과 건식으로 각각

2종류씩 제분하여 쌀가루의 활용을 높일 수 있는 방안의 하나로서 떡 중에서도 기공과 부드러운 조직을 가지고 있어 쌀빵의 형태로 볼 수 있는 증편을 제조하였다. 증편에 관한 연구로는 재래식 증편의 개량화로 2차 발효시켜 제조하는 방법<sup>(9)</sup> 및 밀가루 첨가시 증편의 품질 특성이 보고<sup>(10)</sup>되었으며, 전<sup>(11)</sup>은 부재료 및 첨가제 변화시 품질특성을 살펴보았다. 박<sup>(12)</sup>은 발효과정에 따른 이화학적 특성을 살펴본 결과 발효시간에 따라 pH 및 총당량은 감소하였고 적정산도 및 젖산은 증가하였다고 보고하였다. 또한 증편의 배합비 및 첨가제에 따른 품질의 특성에 관한 연구들이 보고<sup>(13-15)</sup>되었으나 증편을 빵의 개념으로 발전시키기 위한 가장 큰 문제점인 저장성에 대해서는 보고된 바가 없기 때문에 본 연구에서는 제분방법을 달리한 쌀가루로 증편을 제조하여 노화특성을 DSC와 diastase법으로 검토하였다.

#### 재료 및 방법

##### 재료

본 실험에 사용한 재료는 이천농협에서 구입한 추정벼로(평균길이: 4.89 mm, 평균폭: 2.74 mm, 경도: 6.0 Kg, 천립중: 21 g) 건식과 습식제분으로 구분하여 쌀가루를 제조하였다. 쌀가루의 제조는 전보<sup>(2)</sup>와 같이 건식은 Micro mill(D-M)과 Jet mill(D-J)을 사용하여 제조하였고 습식은 Pin mill(W-P)과 Colloid mill(W-C)을 사용하였다.

Corresponding author: Young-In Kim, Department of Home Economics, Sanggi University, Wonju 220-130, Korea

증편제조

증편제조시 재료의 배합비는 쌀가루 200 g에 설탕(제일제당, 백설표) 10%, 소금(한주소금) 1%, 효모(활성건조이스트, 제일스타) 1%, 식초(현미식초 백설표) 1%를 각각 첨가한 후, 가수량을 예비실험 결과에서 적정가수량으로 선택한 80% 및 100%의 두 그룹으로 나누어 반죽기(Heavy Duty, U.S.A.)로 회전속도 4에서 10분간 반죽하고 손으로 10회 마무리하여 원통형 알루미늄 용기(2.9×2.9×4 cm)에 40 g씩 담아 35℃에서 3시간 발효시킨 후 찜기(대형기계)에서 20분간 증자한 후 30분간 실온에서 방치하여 대조구로 설정하고 4℃에서 밀폐 저장하면서 저장기간별(24, 48, 72시간)의 측정시료로 이용하였다.

수분함량 측정

수분함량 측정은 A.O.A.C. 표준시험법<sup>(16)</sup>에 의하여 105℃ 상압건조법으로 측정하였다.

Differential Scanning Calorimetry(DSC)에 의한 노화도 측정

증편의 저장기간별로 DSC-4(Perkin Elmer, USA)를 사용하여 노화특성을 알아보기 위하여 20 mg의 증편을 pan에 넣고 밀봉하여 4℃에서 저장하여 저장기간별로 가열온도 40℃에서 150℃까지 heating rate: 10℃/min, scanning rate: 10℃/min, sensitivity: 0.5 mcal/sec의 조건에서 얻어진 endothermic peak의 면적에 따라 enthalpy를 산출하여 각 시료의 상대적인 노화도로 측정하였다.

Diastase법에 의한 노화도 측정

증편의 노화도를 DSC와 비교하기 위하여 diastase 법<sup>(17)</sup>으로 측정하였다. 즉 4개의 100 ml 삼각플라스크에 각각 20 g의 증편을 취하고 증류수 50 ml씩을 가하여 A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, A<sub>3</sub>, A<sub>4</sub>로 구분하였고, 별도로 50 ml의 증류수만 넣은 한개의 삼각 플라스크를 blank(B)로 준비하였다. A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub> 두개의 삼각플라스크만 15분 증자하고 얼음수조에서 실온으로 냉각한 뒤 A<sub>1</sub>과 A<sub>3</sub> 그리고 blank에 각각 5% diastase(Sigma Chemical Co. USA) 5 ml를 첨가한 후, A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, A<sub>3</sub>, A<sub>4</sub> 및 B를 각각 37℃에서 90분간 방치시킨 후 1 N HCl 2 ml를 첨가하여 증류수로 100 ml 정용한 뒤 여과지로 여과하였다. 각 여과액 10 ml에 0.1 N KI 용액 10 ml와 0.1 N NaOH 용액 18 ml를 혼합하고 15분간 방치한 후 10% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 용액 2 ml를 가하였다. 이어서 0.1N Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 용액으로 적정하고 호화도를 계산하였다. 이때 Blank test(r)는 여과액 대신 증류수 10 ml를 가하였으며 A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, A<sub>3</sub>, A<sub>4</sub>, B, r에 대하여 적정에 소모된 0.1 N Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>의 ml수를 각각 P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>, P<sub>3</sub>, P<sub>4</sub>, Q, R로한 후 노화도를 다음식에 의해 계산하였다.

$$\text{호화도}(\%) = \frac{(R - P_3) - (R - P_4) - (R - Q)}{(R - P_1) - (R - P_2) - (R - Q)}$$

Table 1. Moisture contents of Jeungpyun during storage time(%)

	Added water	Milling methods	Storage time(hr)			
			0	24	48	72
80%		W-P	41.63	39.96	36.74	35.45
		W-C	40.92	37.46	35.83	33.62
		D-M	38.37	36.12	34.71	33.19
		D-J	39.96	37.84	36.04	34.82
100%		W-P	43.59	40.24	39.03	38.82
		W-C	42.03	40.66	38.92	36.17
		D-M	40.44	38.30	36.81	35.37
		D-J	42.01	39.52	38.08	36.87

W: wet milling, D: dry milling, P: pin-mill, C: colloid-mill, M: micro-mill, J: jet-mill

노화도(%)

$$= \frac{\text{초기의 호화도} - \text{일정기간 후의 호화도}}{\text{초기의 호화도}} \times 100$$

결과 및 고찰

증편의 수분함량

제분방법과 가수량을 달리하여 제조한 증편의 수분함량 변화를 저장기간별로 측정된 결과는 Table 1과 같다. 수분함량은 가수량 80%나 가수량 100%에서 모두 저장기간에 관계없이 W-P 제품이 가장 높았고 그 다음으로 W-C, D-J, D-M 제품 순으로 낮아졌다. 특히, D-J의 경우에는 전보<sup>(3)</sup>에서 나타냈듯이 제분방법이 다른 종류에 비해 입자가 훨씬 미세하고 균일하며, 전분손상도가 큰 쌀가루로 제조되었고, 이러한 특성은 증편의 수분함량과 관계가 있는 것으로 생각된다. 즉 손상된 전분이 전분분자의 친수성에 의한 결합수보다는 전분입자가 미세다공구조로 변하기 때문에 모세관 현상에 의하여 흡수력이 증가하여 많은 양의 물을 흡수하게 되어 같은 전식제분인 D-M보다 제품의 수분함량이 증가하는 것으로 생각된다. 또한, 제분방법별로 특징을 살펴보았을 때 W-P는 가수량 80%에서는 24시간에서 48시간 사이에 가장 감소의 폭이 증가하였고 가수량 100%에서는 감소의 폭이 완만하였다. W-C는 가수량 100%에서 특히 48시간 이후 급격히 감소하는 경향을 보여주었으며, D-M과 D-J는 전체적으로 완만하게 감소하였다.

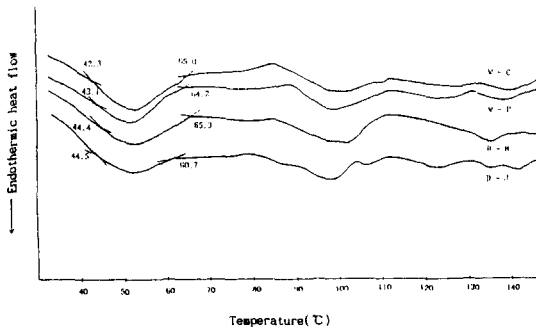
DSC에 의한 노화도 특성

각각의 가수량에서 3시간 발효시켜 제조한 증편을 4℃에서 밀폐 저장하여 저장기간별로 DSC를 통해 노화도를 살펴본 결과는 Table 2 및 Figs. 1과 2에 나타내었다. Figs. 1과 2에서와 같이 첫번째 피크가 40~60℃ 사이에서 나타났고, 70~90℃ 사이에서 끌리는 듯한 어깨 모습이 생기면서 90~110℃ 사이와 130℃ 이상에서 작은

**Table 2. DSC characteristics of Jeungpyun during storage time at 4°C**

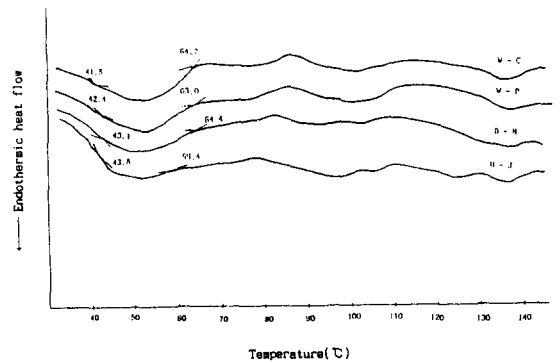
Milling method	Storage time(hr)	Added water					
		80%		100%		80%	
		To(°C)		Tc(°C)		ΔH(cal/g)	
W-P	24	47.6	47.1	67.8	68.4	0.048	0.034
	48	45.3	46.5	66.6	67.2	0.087	0.058
	72	43.1	42.4	64.2	63.0	0.131	0.121
W-C	24	46.9	46.7	67.7	66.5	0.052	0.041
	48	44.8	43.2	65.8	64.6	0.074	0.063
	72	42.3	41.5	65.0	64.2	0.136	0.129
D-M	24	47.6	47.7	62.1	62.2	0.042	0.026
	48	46.4	44.8	63.2	62.8	0.031	0.044
	72	44.4	43.1	65.3	64.4	0.124	0.116
D-J	24	48.9	48.4	63.9	63.4	0.034	0.022
	48	46.2	47.7	62.4	61.9	0.052	0.045
	72	44.5	43.8	60.7	59.4	0.119	0.113

W: wet milling, D: dry milling, P: pin-mill, C: colloid-mill, M: micro-mill, J: jet-mill, To: Onset temp. Tc: Conclusion of gelatinization temp. ΔH: Enthalpy of gelatinization



**Fig. 1. DSC thermogram of Jeungpyun with addition of water (80%) during storage time at 4°C**

W: wet milling, D: dry milling, P: pin-mill, C: colloid-mill, M: micro-mill, J: jet-mill



**Fig. 2. DSC thermogram of Jeungpyun with addition of water (100%) during storage time at 4°C**

W: wet milling, D: drymilling, P: pin-mill, C: colloid-mill, M: micro-mill, J: jet-mill

피크 두개를 나타내었다. 70~90°C 사이에서 나타내는 피크의 현상은 Wirakaratakumah<sup>(4)</sup>가 쌀전분의 호화연구에 DSC를 사용하였을 때 물과 전분비가 1.5/1 이하로 감소하면 호화 엔탈피는 감소하고 Trailing shoulder가 나타난다고 보고하였으며, 이러한 현상은 전분입자의 무정형 부분과 결정 부분에 대한 물과 열처리의 불안정한 효과 때문일 수 있다고 하였다. 그리고 Kugimiya 등<sup>(5)</sup>은 옥수수과 밀전분에서 90~110°C 사이의 두번째 피크를 보고하였는데 이는 전분-지방질이 복합체를 이루게 됨에 따라 아밀로오스-지방질 복합체가 용해되는 것과 관련이 있다고 하였고, 또한 Donovan<sup>(6)</sup>은 세번째 피크(130°C 이상)의 나타남에 대해 높은 온도에서의 전분 결정부분의 용해에 기인한 것이라고 하였다. 따라서 본 실험결과에서 피크가 세번 나타나게 된 것은 증편자체를 시료로 사용함으로써 수분의 비율이 낮게 조성된 불안정한 상태에서 나타난 현상으로 생각된다. 증편의 DSC특성에서

ΔH는 W-C, W-P, D-M, D-J순으로 낮아짐으로써 쌀가루의 DSC 특성에서와 같이 전분손상도가 증가할수록 ΔH가 감소하는 것으로 나타났는데 일반적으로 호화엔탈피는 수분함량<sup>(7,8,18)</sup>, Amylose<sup>(19)</sup>, 전분입자의 손상정도<sup>(20)</sup>, annealing<sup>(21,22)</sup>, 가열속도<sup>(7,23)</sup> 등 여러가지 요인에 의해 영향을 받는 것으로 알려져 있다. 또한 ΔH는 전분이 노화될 때 생성되는 수소결합의 분해의 차이에<sup>(24,25)</sup> 기인하는 것으로 입자 크기가 작고 전분손상도가 큰 제품이 ΔH가 낮음으로써 노화가 지연되는 것으로 나타났다. 이는 Gomez 등<sup>(26)</sup>과 Schweizer 등<sup>(27)</sup>이 손상된 전분입자가 endotherm이 감소한다는 것을 관찰하여 DSC로 전분분해 정도를 알 수 있다고 보고한 것과 일치하였다.

**Diastase법에 의한 노화도 특성**

DSC 특성으로 살펴본 노화도와 비교하기 위해 동일한

**Table 3. Relative retrogradation degree of Jeungpyun by diastase method during storage time at 4°C**

Added water	Milling methods	Storage time (hr)		
		24	48	72
80%	W-P	6.68	16.21	24.72
	W-C	8.84	18.47	29.34
	D-M	8.06	15.59	27.45
	D-J	6.84	12.64	20.21
100%	W-P	5.73	11.26	18.92
	W-C	7.95	16.92	27.62
	D-M	7.47	13.14	24.28
	D-J	6.12	10.22	19.54

W: wet milling, D: dry milling, P: pin-mill, C: colloid-mill, M: micro-mill J: jet-mill

조건으로 제조한 증편을 4°C에서 밀폐 저장하여 저장기간별로 증편의 diastase에 의한 노화도를 살펴 본 결과는 Table 3에 나타내었다. Table 3에서 보는 바와 같이 가수량 80%에서는 D-J로 제조한 증편이 노화도가 가장 낮게 나타났고 가수량 100%에서는 W-P로 제조한 증편이 가장 낮았다. 이는 W-P의 쌀가루로 제조한 증편이 W-C제품보다 수분함량과 팽화율이 크고<sup>(28)</sup>, 전보<sup>(2,3)</sup>에서 나타냈듯이 쌀가루의 Amylogram 특성에서 setback 값이 작고, 입자의 크기가 작은 것과 관련이 있는 것으로 생각된다. 또한 D-J와 D-M의 차이 역시 Amylogram의 setback 값 및 입자 크기와 관련이 있는 것으로 생각된다. 이와 관련하여 Merca 등<sup>(29)</sup>은 쌀의 호화온도는 전분입자의 크기에 영향을 받는다고 보고한 바 있고, Wirakartakusumah 등<sup>(4)</sup>도 입자가 작은 쌀전분의 흡열량은 입자가 큰 쌀전분의 흡열량 보다 낮기 때문에 입자가 큰 전분은 호화되기가 어렵다고 하였다. 결과적으로 DSC 측정이나 diastase법에 의한 노화도 측정에서 모두 입자 크기가 크고, Amylogram의 setback 값이 큰 쌀가루로 제조한 증편이 노화가 빠르게 진행되는 유사한 경향을 보여주었다.

**요 약**

각기 다른 제분방법에 따라 제조한 쌀가루를 이용하여 증편을 제조한 후 노화도 특성을 조사하였다. 증편의 노화도는 DSC측정에서는 전체적으로 W-C, W-P, D-M, D-J제품 순으로 낮게 나타났고, diastase법에서는 W-C, D-M, D-J, W-P순으로 낮게 나타났다. 따라서 DSC측정이나 diastase법에 의한 측정 모두 습식제품 중에서는 W-C제품이 W-P제품보다 크고, 건식제품 중에서는 D-M 제품이 D-J제품 보다 크게 나타나 유사한 경향을 보여주었다. 이는 각 제분 방법에서 쌀가루의 입자크기 및 Amylogram의 setback 값이 감소할수록 또는 전분 손상도가 증가할수록 증편의 노화도는 감소하는 것으로 나타났다.

**문 헌**

1. 윤서석 : 한국음식(역사와 조리), 수확사, 서울, p.3 (1990)
2. 금준석, 이상효, 이현유, 김길환, 김영인 : 제분방법이 쌀가루의 입자 크기에 미치는 영향. 한국식품과학회지, 25, 541 (1993)
3. 금준석, 이상효, 이현유, 김길환, 김영인 : 제분방법이 쌀가루 및 제품의 특성에 미치는 영향. 한국식품과학회지, 25, 564 (1993)
4. Wirakartakusumah, M.A.: Kinetics of starch gelatinization and water absorption in rice. Ph. D. Dissertation, Univ. of Wisconsin, Madison, USA (1981)
5. Kugimiya, M., Donovan, J.W. and Wong, R.Y.: Phase transitions of amylose-lipid complexes in starches: A calorimetric study. Starch/Starke, 32, 265 (1980)
6. Donovan, J.W.: Phase transition of the starch-water system. Biopolymer, 18, 263 (1979)
7. Wootton, M. and Bamunuarachchi, A.: Application of DSC to starch gelatinization. Starch/Starke, 31, 62 (1979)
8. Hosney, R.C., Zeleznak, K.J. and Yost, D.A.: A note on the gelatinization of starch. Starch/Starke, 38, 407 (1986)
9. 김천호, 장지현 : 재래식 증편 제조법의 개량화에 관한 연구. 대한가정학회지, 8, 292 (1970)
10. 김영희, 이효지 : 밀가루 첨가 및 발효시간에 따른 증편의 특성. 대한가정학회지, 23, 63 (1985)
11. 전혜경 : 증편의 부재료 및 첨가제에 따른 품질 특성. 숙명여자대학교 박사학위논문 (1992)
12. 박영선 : 발효에 따른 증편의 이화학적 성질 변화. 효성여자대학교 박사학위논문 (1989)
13. 이병영 : 쌀가루를 이용한 가공식품의 제조기술 개발. 연구와 지도, 33, 15 (1992)
14. 한재숙 : 한국 병과류의 조리과학적 연구 II(증편을 중심으로). 영남대학교 논문집, 3, 113 (1983)
15. 이옥취 : 증편제조에 관한 조리과학적 연구. 세종대학교 석사학위논문 (1983)
16. A.O.A.C.: Official Method of Analysis, 14th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, D. C., p.152 (1984)
17. 小原哲二郎, 鈴木陸雄, 岩居梅之編 : 식품분석 . 건상사, 동경, p.232 (1977)
18. Biliaderis, C.G., Maurice, T.J. and Vose, J.R.: Starch gelatinization phenomena studied by DSC. J. Food Sci., 45, 1669 (1980)
19. Biliaderis, D.G., Maurice, T.J. and Juliano, B.O.: Thermal characterization of rice starches: A polymeric approach to phase transitions of granular starch. J. Agric. Food Chem., 34, 6 (1986)
20. Zobel, H.F.: Gelatinization of starch and mechanical properties of starch pastes. In Starch Chemistry and Technology, 2nd ed., Whistler, R.N. (ed.), Academic press, New York p.290 (1984)
21. Krueger, B.R., Knutson, C.A., Inglett, G.E. and Walker, C.E.: A DSC study on the effect of annealing on gelatinization behavior of corn starch. J. Food Sci., 52, 715 (1987)
22. Yost, D.A. and Hosney, R.C.: Annealing and glass transition of starch. Starch/Starke, 38, 289 (1986)
23. Nakazawa, F., Noguchi, S., Takahshi, J. and Takaba,

- M.: Gelatinization and retrogradation of rice starch studied by DSC. *Agric. Biol. Chem.*, **48**, 201 (1984)
24. Biliaderis, C.G., Maurice, T.J. and Vose, J.R.: Starch gelatinization phenomena studies by differential scanning calorimetry. *J. Food Sci.*, **45**, 1669 (1980)
25. 김재욱, 양차범, 조성환: 식품화학, 문운당, 서울, p.83 (1988)
26. Gomez, M.H. and Aguilera, J.M.: A physicochemical model for extrusion of corn starch. *J. Food, Sci.*, **49**, 40 (1984)
27. Schweizer, T.F. and Reimann, S.: Influence of drum drying and twin screw extrusion cooking on wheat carbohydrates, In a comparison between wheat starch and flours of different extractions. *J. Cereal Sci.*, **4**, 193 (1986)
28. 김영인, 김기숙: 전식 및 습식제분쌀가루로 제조한 증편의 팽화특성. *한국조리과학회지*, **10**, 329 (1994)
29. Merca, F.E. and Luliano, B.O.: Physicochemical properties of starch of intermediate-amylose and waxy rices differing in grain quality. *Starch/Starke*, **33**, 253 (1981)

---

(1995년 3월 9일 접수)