

## 백설기에 製造한 高蛋白質食品과 糊化한 쌀가루를 添加하여 老化遲延 및 物性에 대한 比較研究

오 미 향<sup>†</sup>

동아대학교 식품과학부 식품영양학과

### A Comparative Study of the Retrogradation and Rheology of *Backsulgi* with Nutriprotein and Gelatinized Rice Powder

Mi-Hyang Oh<sup>†</sup>

Dept. of Food Science and Nutrition, Dong-A University, Ulsan 680-751, Korea

#### Abstract

The purpose of this study was to investigate the effect of added nutriprotein and rice powder as a plasticizer on physicochemical property, texture property of *Backsulgi*. In the physicochemical property, the content of proximate composition of nutriprotein was measured as 6.1% of moisture, 3.6% of carbohydrate, 84.3% of crude protein, 0.6% of crude lipid, 5.4% of ash. The raw material of rice powder was measured as 9.6% of moisture, 83.7% of carbohydrate, 6.0% of crude protein, 0.4% of crude lipid, 0.3% of ash. Swelling power and pore ratio of the control were 78.53% and 72.42%, and tended to increase as the amounts of nutriprotein and plastic rice powder increased. Aging by Avrami equation retarded in *Backsulgi* added 10% plastic rice powder than rice powder *Backsulgi*. All the samples added 2, 4, 6, and 8% nutriprotein at the temperatures of 20 were more effective than others on aging. In texture properties, cohesiveness and springiness were not significantly changed by adding nutriprotein and not significantly changed during the storage period in all samples. Hardness and gumminess decreased by adding 2~8% nutriprotein and increased during the storage period in all samples. Springiness and gumminess decreased by adding 40% plastic rice powder and increased during the storage period in all sample. Cohesiveness and hardness decreased by the increase of plastic rice powder. The texture characteristics by rheometer showed that *Backsulgi* with nutriprotein and plastic rice powder exhibited lower in hardness than the control, indicating that nutriprotein and plastic rice powder were effective in retarding retrogradation, which is better when storage time became longer.

Key words : *Backsulgi*, nutriprotein, plastic rice powder, retrogradation

#### 서 론

예로부터 우리나라는 쌀을 주식으로 하는 식량 구성이 정착되어 왔다. 그러나 국민소득의 향상으로 육류나 생선류, 과일류 등의 소비량이 늘어나면서 쌀의 소비량은 줄어드는 추세를 보여왔고 더욱이 80년대 이후에는 쌀의 자급자족 시대를 맞아 90년 부터는 매해 재고미가 남게 되어 이러한 재고미를 저장하는데 막대한 경비가 들게 됨으로써 쌀의 이용 문제는 해결해야 할 큰 과제가 되었다. 이러한 여유분을 일반 취반용으로는 소비시키기가 어려우므로 여러가지의 쌀 가공식품을 개발해야 하는데 쌀 가공식품의 다양화를 위해서는 쌀을 원료로 사용하는 전통식품과 새로운 식품의 발굴이 이

루어져야 하고, 쌀을 부분적으로 사용하는 복합 가공식품도 개발되어야 하겠다. 그러므로 쌀 가공식품이 다양하게 개발되기 위해서는 밀가루와 같은 중간 소재 형태의 제품이 산업화되어야 하고, 조리용도와 기능성에 맞는 쌀가루 및 쌀가루 대체식품의 보급이 시급하다고 하겠다.

우리나라에서는 멥쌀로 만든 떡 중에서 시루에 앉혀서 수증기에 찌서 만드는 떡을 찌떡이라 칭하며 그것의 기본적인 떡은 백설기라 할 수 있다. 백설기는 멥쌀 입자의 독특한 물성과 단맛이 어우러져 특유의 떡 맛을 내고 있어서 많은 사람들이 즐겨 먹고 각종 행사에도 쓰인다. 그러나 멥쌀의 구조상 노화가 빨리 일어나므로 저장성과 상품화에 문제점으로 연구과제가 되고 있다. 그 동안 보고된 떡의 노화지연 및 품질향상에 관한 연구(Kim & Youn 1984, Lee & Kim 1986, Lee & Kim 1986, Choi & Kim 1992, Yoo & Kim 2001, Lee & Kim 2002)에 의하면 당류, 계면활성제 및 유화제 등을 첨가하였을

<sup>†</sup>Corresponding author : Mi-Hyang Oh, Tel: 052-261-8180, E-mail: mihyang321@hanmail.net

경우 떡의 노화에 효과가 있는 것으로 보고되었다. 한편 노화에 관한 외국 학자들의 연구 보고서에서 보면 Kalichevsky (Ring SG et al 1987)는 짧은 사슬 길이를 가진 곡류의 amylopectin은 다른 것보다 노화 속도가 느리다고 보고하였다. Levine H & Slade L (1989)는 호화된 전분의 노화를 위해 적어도 분자량 3,000개 그리고 직쇄포도당 분자 18개 정도 필요하며, 아밀로펙틴분자는 포도당 분자 15개를 가진 분자의 결정성으로 결합되어 있다고 하였다. 전분의 노화는 전분의 종류, 전분내의 아밀로오스와 아밀로펙틴의 함량비, 분자의 크기, 온도, pH와 수분함량, 기타 첨가되는 물질에 의하여 영향을 받는다(Rosario RR & Pontiveros CR 1985). 또한 전분분자의 사슬길이도 영향을 주어 중합도 14~24인 사슬이 많으면 노화가 촉진되고, 중합도가 6~9인 사슬이 증가하면 노화가 지연되거나 억제되며 이는 사슬 길이가 짧은 분자들이 결합하여 전분의 노화속도를 지연시킨다고 보고하였다. 근래에는 쌀가루가 여러가지 가공식품 제조에 활용되고 있는데 이미 서양에서는 빵이나 케익, 쿠키, 이유식 등의 가공식품에 이용되고 있고 일본에서도 1868년부터 주로 과자 원료로 서민 생활에서 이용되었으며 현재에도 술이나 된장, 떡, 그 밖에 팽화식품 등에 다양하게 이용되고 있다(Kim KS 1993). 더구나 쌀가루뿐만 아니라 호화 쌀가루까지도 시판되고 있어 쌀가루의 이용은 보다 일반화되어 있다(이상효 1992).

쌀의 단백질은 아미노산 중 제한 필수 아미노산인 lysine이 부족하나 대두 단백질은 식물성 단백질 자원 중에서 필수 아미노산이 가장 잘 균형된 아미노산으로 구성되어 비교적 높은 lysine을 함유하고 있어, 영양가도 높고 노화지연을 위하여 콩가루와 콩기름을 첨가한 콩떡(Jung HS 2001)에 대한 연구도 보고 되었으며, 최근에 조성이 밝혀진(Hirabayashi K et al 1993) 천연 단백질로서 순도가 높으면서도 대량 생산이 가능한 아미노산 자원(Chen K 1995)으로 18가지의 아미노산을 함유한 실크프로테인 용액을 첨가하여 제조한 케익(Keiko F et al 2000) 및 실크프로테인을 첨가한 절편이(Hwang YJ 2001) 노화지연 효과에 우수하다고 보고되었다.

본 연구에서는 찌서 만드는 떡 가운데 가장 기초가 되는 백설기가 제조후 빠른 시간 내에 노화가 일어나는 것이 문제점으로 지적되고 있다. 그러므로 백설기의 노화지연 및 기능성 강화를 위한 백설기의 개발을 위하여 호화한 쌀가루를 첨가하고, 제조한 고단백식품을 첨가하여 백설기를 만든 후 일 반성분 분석, 팽윤율 및 기공율을 측정하고 저장온도 20℃에서 0, 1, 2 및 3일 동안 저장하면서 기계적 측정으로 얻은 경도값의 변화를 Avrami 방정식에 적용하여 노화특성 및 기본 배합비를 선정할 것을 알아보고 이에 대한 고단백식품과 호화쌀가루 백설기를 분석하고자 한다.

## 재료 및 방법

### 1. 실험재료

쌀은 2001년도에 전라도 익산에서 재배된 것을 사용하였다. 설탕은 정백당(삼양사), 소금은 한주소금(순도 98%)을 사용하였다. 뉴트리프로테인은 대두 단백질을 73.5% 함유하고 우유 단백질 농축물(24%), 레시틴이 함유된 식품이다(미국).

### 2. 시료의 제조

#### 1) 호화한 쌀가루의 제조

멥쌀은 3~4회 씻어서 3시간(Jung HS 2001) 동안 담갔다 소쿠리에 건져서 물기를 뺀 후 stainless steel 시루에서 100℃에서 30분간 쪄 후에 2시간 상온에서 방냉하고 50℃의 전기 오븐(신신공업사제조 1998년 부산)에서 건조시켜 고속 분쇄기(삼진기계 제조. 부산)에 160 mesh로 분쇄한 후 가소제 쌀가루를 제조하여 사용하였다.

\* 호화한 쌀가루는 가소제 쌀가루로 표기한다.

#### 2) 시료의 배합비율

백설기에 대한 수분의 최적 비율을 선정하기 위해 수분을 12, 15, 18 및 20% 씩 첨가하여 제조한 백설기를 시료로 사용하여 예비 관능검사를 실시한 결과 우수한 관능적 특성을 나타낸 15% 수분 첨가율을 최적 첨가비율로 선정하고 본 실험에서 사용되는 고단백식품, 가소제 쌀가루 첨가량 및 수분비율에 따른 관능검사와 rheometer 검사를 실시하여 최적의 시료 배합비율을 선정하여 배합비율은 Table 1, 2와 같다.

### 3) 백설기의 시료제조

Table 1. Composition of the rate cooking *Backsulgi* added with nutriprotein

Sample (g)	Ingredient (g)				
	Rice powder	Nutriprotein(g)	Salt (g)	Sugar (g)	Water (mL)
CO	100	0	0.8	10	15
P1	98	2	0.8	10	20
P2	96	4	0.8	10	21
P3	94	6	0.8	10	22
P4	92	8	0.8	10	23

CO : *Backsulgi* (control)

P1 : *Backsulgi* added with nutriprotein 2%

P2 : *Backsulgi* added with nutriprotein 4%

P3 : *Backsulgi* added with nutriprotein 6%

P4 : *Backsulgi* added with nutriprotein 8%

Table 2. Composition of the rate cooking *Backsulgi* added with plastic rice powder

Sample (g)	Ingredient (g)				
	Rice powder	Plastic rice powder(g)	Salt (g)	Sugar (g)	Water (mL)
CO	100	0	0.8	10	15
R1	90	10	0.8	10	20
R2	80	20	0.8	10	25
R3	70	30	0.8	10	30
R4	60	40	0.8	10	35

CO : *Backsulgi* (control)

P1 : *Backsulgi* added with plasticrice powder 2%,

P2 : *Backsulgi* added with plasticrice powder 4%,

P3 : *Backsulgi* added with plasticrice powder 6%,

P4 : *Backsulgi* added with plasticrice powder 8%.

백설기 제조방법은 전기찜기 (대창스테인레스공업사 제조. 부산) 밑에 5 L의 물을 넣고, 스테인레스 시루 (40.5 cm × 40.5 cm × 15.5 cm)에 증기가 통과할 수 있는 구멍이 여러 개 뚫린 스테인레스판을 놓은 후 찬을 깔고 5 부분으로 구획 지을 수 있는 격자틀을 놓았다. 틀안에 시료를 넣은 뒤 젖은 수건을 위에 덮고 김이 오르는 찜기에 올려서 20 분간 110°C에서 가열하여 익힌 후 1시간 방치한 후 실험 시료로 사용하였다.

### 3. 일반성분 분석

수분은 상압가열 건조법(Air-oven method)으로(주현규 등 1988) 정량하였고 조단백질은 Kjeltac Auto 1030 Analyser를 이용하여 분석하였으며 조지방은 soxtec system 1046(Tecator AB, sweden)을 이용하였다. 조회분은 직접회화법으로(정 과장 1988) AOAC 방법에 따라 분석하였고 탄수화물은 Somogyi 변법(AOAC 1990)으로 측정하였다.

### 4. 물성실험

#### 1) 팽윤율 및 기공율

팽윤율 및 기공율을 측정에 사용된 시료는 Table 1, 2의 비율에 따라 고단백식품 및 가소제 쌀가루의 첨가량을 달리하여 제조된 각각의 백설기를 제조한 뒤 채종법(Seed Displacement Method)(Campbell P & Gris W 1965)으로 측정하였다. 팽윤율과 기공율은 다음의 식으로 환산하였다.

$$\text{팽윤율(\%)} = \frac{\text{제품체적}}{\text{떡가루중량}} \times 100$$

$$\text{기공율(\%)} = \frac{\text{제품체적}}{\text{제품중량}} \times 100$$

#### 2) 기계적 검사

고단백식품과 가소제 쌀가루로 백설기를 제조하여 1시간 방치한 시료를 유니랩으로 싸 다음 polyethylen film으로 밀봉하여 20°C에서 0, 1, 2 및 3일 간격으로 저장한 시료는 Rheometer(Sun Scientific Co, Ltd - MODEL CR-100D, Japan)를 사용하여 two bite compression test(두번 눌러서 실험)로 3회 반복 측정하여 평균값을 취하였다. 측정조건은 Table 3과 같다.

#### 3) 노화속도 측정

고단백식품 및 가소제 쌀가루를 첨가한 백설기의 저장기간에 따른 경도 변화를 Avrami 방정식(Kim K et al 1995)에 의하여 분석하고, 이로부터 Avrami 지수 및 노화속도를 구하였다.

Avrami 방정식은 다음과 같다.

$$\theta = \exp(-kt) \quad (1)$$

$\theta$  :  $t$  시간 후 남아있는 비결정 부분

$k$  : 속도상수 ( $\text{day}^{-n}$ )

$n$  : Avrami 지수

$t$  : 저장기간 (day)

만약 백설기의 경도 변화가 결정화 속도를 측정하는 척도라고 본다면, 다음과 같은 식으로 표현된다.

$$\theta = \frac{EL - Et}{EL - E0} = \exp(-kt) \quad (2)$$

$E0$  : 백설기의 초기경도

$Et$  :  $t$ 시간 후의 백설기의 경도

$EL$  : 백설기의 최대경도

$$\log \left[ -\ln \frac{EL - Et}{EL - E0} \right] = \log k + \log t \quad (3)$$

식 (3)으로부터 시간상수  $1/k$  및 Avrami 지수  $n$ 을 구하였다.

Table 3. Test condition for Rheometer

Force range	10 kg full scale
Sample size	circle of diameter 5 cm
Table speed	60 mm/min
Deformation	50%
Graph speed	60 mm/min
Adapter diameter	30 mm
Deformation time	2 sec

4) 통계 처리

본 연구의 계량분석을 위하여 특성치들의 각 항목별 평균과 표준편차들, ANOVA 검정, 전반적 만족도에 영향을 주는 요인들을 찾기 위하여 관련 그래프 작성을 여 Photo shop 7.0 version을 이용하였다. ANOVA 검정 후 시료들 사이의 유의성을 조사하기 위하여 다중비교 방법중 하나인 Tukey's multiple comparison을 사용하였다. 모든 통계자료는 통계 package MINI TAB(MINITAB User's Guide #1 & #2 2000)을 이용하였다.

결과 및 고찰

1. 일반성분 분석 결과

1) 시료의 일반성분

일반분석 결과는 Table 4에 나타났는데 쌀가루의 일반 성분은 수분이 36.9%, 탄수화물이 57.8%, 조단백질이 4.7%, 조지방이 0.4%, 조회분은 0.2%로 나타났다. 가소제 쌀가루 (plastic rice powder)의 수분은 9.6%로 낮게 나타났으나 조회분은 0.3%, 조단백질은 0.6%로 탄수화물은 83.7%로 나타났다. 고단백식품은 수분이 6.13%, 탄수화물이 3.64%를 보였으며 조회분은 5.36%, 조단백질은 84.3% 였다.

2) 백설기의 수분정량

고단백식품 및 가소제 쌀가루 첨가량에 따라 백설기를 제

Table 4. Proximate composition of rice powder, plastic rice powder and nutriprotein (g)

Composi-tion	Moisture	Carbohyd-rate	Crude protein	Crude lipid	Ash
Rice powder	36.9	57.8	4.7	0.4	0.2
Plastic rice powder	9.6	83.7	6.0	0.4	0.3
Nutripro-tein	6.1	3.6	84.3	0.6	5.4

조하여 수분 흡수 정도를 Table 5에 나타냈다. 고단백식품 첨가구의 경우 대조구보다 수분 흡수율이 다소 증가하는 것으로 나타났으나, 가소제 쌀가루 첨가구는 대조구의 수분 흡수율과 유사하게 나타났다.

2. 물성실험 결과

1) 팽윤율 및 기공율 측정 결과

고단백식품 및 가소제 쌀가루 첨가량을 달리한 백설기의 팽윤율과 기공율을 측정한 결과를 Table 6, 7에 나타냈다. 고단백식품 및 가소제 쌀가루 첨가량이 증가할수록 팽윤율과 기공율은 모두 증가하는 것으로 나타났으며, 가소제 쌀가루 첨가구의 경우 30%, 40% 첨가구가 팽윤율 및 기공율이 가장 높았으며 고단 단백질 첨가구의 경우에도 4%, 6% 첨가구가 팽윤율 및 기공율이 높게 나타났다. 이것은 기공이 크면 입자간의 결합이 느슨하다는 것을 알 수 있으며 결국 sponge 성을 반영하는 것이다. 또한 대조구의 경우에는 기공이 적고 입자간 결합이 단단한 것으로 대체구에 비해 높은 경도 값을 나타냈는데 이것은 Yang JN (2002)의 결과와도 일치했다.

2) 저장기간에 따른 기계적 검사 결과

Table 8은 고단백식품 첨가량을 달리한 백설기의 20℃에서

Table 6. Swelling power and Pore ratio of Backsulgi with different levels of nutriprotein unit (%)

Sample	Swelling power	Pore ratio
CO	78.53	72.42
P1	80.43	73.62
P2	84.49	76.85
P3	84.04	77.16
P4	80.40	73.81

CO : Backsulgi (control)  
 P1 : Backsulgi added with nutriprotein 2%,  
 P2 : Backsulgi added with nutriprotein 4%,  
 P3 : Backsulgi added with nutriprotein 6%,  
 P4 : Backsulgi added with nutriprotein 8%.

Table 5. Moisture contents Backsulgi with various nutriprotein and plastic rice powde

unit (%)

	Plastic rice powder					Nutriprotein			
	CO	R1	R2	R3	R4	P1	P2	P3	P4
Moisture	44.86	44.50	44.74	44.75	43.83	48.36	51.02	48.40	48.90

CO : Backsulgi (control)  
 R1 : Backsulgi added with plastic rice powder 10%, P1 : Backsulgi added with nutriprotein 2%,  
 R2 : Backsulgi added with plastic rice powder 20%, P2 : Backsulgi added with nutriprotein 4%,  
 R3 : Backsulgi added with plastic rice powder 30%, P3 : Backsulgi added with nutriprotein 6%,  
 R4 : Backsulgi added with plastic rice powder 40%, P4 : Backsulgi added with nutriprotein 8%.

각각 0, 1, 2 및 3일째의 기계적측정 결과이다. 경도(hardness)는 제조 즉시 대조구보다 고단백식품 첨가구가 낮은 값을 나타냈지만 유의적 차이는 없었다. 저장 1일째 대조구보다 고단백식품 첨가구가 낮은 값을 나타냈으며 고단백식품 첨가량이 증가할수록 경도 값이 유의적으로 높아졌다( $p < 0.05$ ).

**Table 7. Swelling power and Pore ratio of *Backsulgi* with different levels of plastic rice powder unit (%)**

Sample	Swelling power	Pore ratio
CO	78.53	72.42
R1	78.90	72.95
R2	78.97	73.40
R3	83.17	77.65
R4	82.33	76.77

CO : *Backsulgi* (control),

R1 : *Backsulgi* added with plastic rice powder 10%,

R2 : *Backsulgi* added with plastic rice powder 20%,

R3 : *Backsulgi* added with plastic rice powder 30%,

R4 : *Backsulgi* added with plastic rice powder 40%.

저장 2일째 고단백식품 첨가구보다 대조구가 높은 값을 나타냈으며 고단백식품 첨가량이 8%에서 2% 첨가구로 줄어들수록 유의적으로 낮은 값을 나타내었다( $p < 0.001$ ). 저장 3일째는 대조구와 모든 시료간에 유의적 차이가 없었다. 응집성(cohesiveness)은 대조구와 고단백식품 첨가구 사이에 유의적 차이가 없었으며 저장 2일째는 대조구가 고단백식품 첨가구보다 유의적으로 높은 값을 나타냈다( $p < 0.05$ ). 탄력성(springness)은 제조 즉시 대조구가 고단백식품 첨가구보다 유의적으로 높은 값을 나타냈으며, 고단백식품 첨가량이 많아질수록 탄력성이 증가되었다. 저장 2일째는 고단백식품 첨가구가 대조구보다 탄력성이 높게 나타났지만 유의적 차이는 없었다. 저장 3일째 2% 첨가구가 대조구보다 높은 값을 나타냈고 나머지 첨가구는 대조구보다 낮은 값을 나타냈지만 유의적 차이는 없었다. 씹힘성(gumminess)은 제조 직후 보다 저장 기간이 경과할수록 씹힘이 증가되었으며 저장 2일째는 대조구가 고단백식품 첨가구보다 유의적으로 높은 값을 나타냈다.

경도(hardness)는 저장중인 전분질 식품의 노화와 긴밀한

**Table 8. Mechanical characteristics of *Backsulgi* with different levels of nutriprotein at 20°C**

(m±SD)

Mechanical characteristic	Storage time(days)	Plastic rice powder					F-value
		CO	P1	P2	P3	P4	
Hardness (g/cm <sup>2</sup> )	0	42663±5351	37795±6626	39866±1717	35654±2766	37738±5817	0.90
	1	47721±10521 <sup>b</sup>	32655±1239 <sup>a</sup>	34834±1593 <sup>ab</sup>	40081±1302 <sup>ab</sup>	45701±682 <sup>b</sup>	5.53*
	2	91442±9231 <sup>b</sup>	53549±6002 <sup>a</sup>	55007±7773 <sup>a</sup>	54123±1033 <sup>a</sup>	57201±8586 <sup>a</sup>	15.67***
	3	119882±30217	160297±3271	102980±29837	105215±15621	122949±33905	2.47
Cohesiveness (%)	0	35.01±10.34	25.78±1.78	38.42±3.42	36.73±6.23	40.14±3.31	2.75
	1	35.24±50.55	25.23±3.70	28.54±8.68	31.89±4.81	33.32±5.36	1.39
	2	44.15±2.82 <sup>b</sup>	31.88±3.73 <sup>a</sup>	37.19±6.60 <sup>ab</sup>	33.39±3.20 <sup>a</sup>	32.82±3.65 <sup>a</sup>	4.28*
	3	54.44±16.92	63.46±2.29	49.12±15.29	46.23±7.85	49.02±16.06	0.83
Springness (%)	0	34.06±9.72	23.60±4.21	36.89±2.22	34.16±7.24	38.48±2.89	2.85
	1	39.90±9.44 <sup>b</sup>	23.60±4.21 <sup>a</sup>	36.89±2.22 <sup>ab</sup>	34.16±7.24 <sup>ab</sup>	38.48±2.89 <sup>b</sup>	3.69*
	2	37.86±32.5	44.27±4.02	46.13±4.94	44.45±2.18	44.46±2.71	0.14
	3	71.75±16.43	87.43±0.37	67.18±16.94	64.08±8	67.15±15.07	1.53
Gumminess (g)	0	79.58±34.61	44.49±14.57	67.73±35.85	74.84±18.69	90.94±15.52	1.37
	1	101.71±39.91	51.31±7.42	70.81±33.29	92.94±10	107.28±19.57	2.52
	2	286.32±8.93 <sup>b</sup>	129.38±19.69 <sup>a</sup>	151±36.47 <sup>ab</sup>	141.26±22.52 <sup>a</sup>	142.34±20.27 <sup>a</sup>	23.66***
	3	357.62±130.07	454.09±6.87	298.26±112.29	297±48.74	368.46±125.38	1.31

1) Means with the same lettered superscripts in a same row are not significantly different by Tukey's test.  $p < 0.05$ ,  $p < 0.001$ .

2) CO : *Backsulgi* (control)

P1 : *Backsulgi* added with nutriprotein 2%, P2 : *Backsulgi* added with nutriprotein 4%,

P3 : *Backsulgi* added with nutriprotein 6%, P4 : *Backsulgi* added with nutriprotein 8%.

관련이 있는 특성치로 여기고 있는데 본 연구에서도 제조 직후 고단백식품 첨가구가 대조구보다 낮은 값을 보였으며 저장 기간동안 계속적으로 증가하였는데 20°C 저장 1일, 2일째 2% 이상의 고단백식품 첨가구의 값이 대조구보다 낮아 고단백식품을 전분 함유 식품에 첨가할 경우 노화 지연 효과가 있을 것으로 판단된다. 백설기의 내부적 결합력을 나타내는 응집성(cohesiveness)은 제조 직후 및 저장 기간 동안 유의적 차이를 보이지 않아 Hwang YJ (2001)의 결과와 일치하였으며 제조 직후부터 저장 기간 동안 큰 변화를 보이지 않았다. 백설기의 탄성을 나타내는 탄력성(springness)의 경우에도 대조구와 첨가구 사이에 유의적 차이를 보이지 않았으나 저장 기간 동안 탄성은 증가하였다. 씹힘성(gumminess)은 경도 수치에 의존하는 값으로써 저장 기간이 지날수록 그 값이 증가하였으며 20°C 2% 이상의 고단백식품을 백설기에 첨가할 경우 유의적으로 낮은 값을 보이는 것으로 나타났다.

Table 9는 가소제 쌀가루 첨가량을 달리한 백설기를 20°C에서 0, 1, 2 및 3 일 저장한 시료의 기계적 측정결과이다. 경

도(hardness)는 저장 1일, 2일째 대조구 값이 가장 높게 나타났으며 40% 가소제 쌀가루 첨가구가 가장 낮은 값을 나타냈다( $p<0.05$ ). 저장 3일째는 가장 높은 대조구 값에 비해 30%, 40% 가소제 쌀가루 첨가구의 값이 유의적으로 낮게 나타났다( $p<0.001$ ). 응집성(cohesiveness)은 저장 1일, 2일, 3일 각각 대조구 값이 높게 나타났으며 가소제 쌀가루 첨가량이 많을수록 대조구에 비해 값이 낮게 나타났다( $p<0.05$ ,  $p<0.001$ ). 탄력성(springness)은 제조 즉시 대조구가 가소제 쌀가루 첨가량에 비해 유의적으로 낮은 값을 나타냈으나 저장 1일, 2일, 3일 각각 대조구가 가소제 쌀가루 첨가구에 비해 높은 값을 나타냈으며, 가소제 쌀가루 첨가량이 많을수록 낮은 값을 나타냈다( $p<0.05$ ).

씹힘성(gumminess)은 제조 직후와 저장 1일째에는 대조구와 모든 시료간에 유의적인 차이가 나타나지 않았으나 저장 2일째, 3일째 대조구에 비해 가소제 쌀가루 첨가량이 많을수록 씹힘성이 유의적으로 낮은 값을 나타냈다( $p<0.001$ ).

Texture 측정 결과를 종합적으로 고찰해 보면 경도(hard

Table 9. Mechanical characteristics of *Backsulgi* with different levels of plastic rice powder at 20°C (m±SD)

Mechanical characteristic	Storage time(days)	Different levels					F-value
		CO	R1	R2	R3	R4	
Hardness (g/cm <sup>2</sup> )	0	12333±342 <sup>b</sup>	11443±720 <sup>b</sup>	10085±1513 <sup>ab</sup>	9950±2168 <sup>ab</sup>	7405±332 <sup>a</sup>	6.78**
	1	47721±10521 <sup>b</sup>	36877±7241 <sup>ab</sup>	41185±254 <sup>ab</sup>	36530±6519 <sup>ab</sup>	26006±2722 <sup>a</sup>	4.42*
	2	91442±9231 <sup>b</sup>	56404±17733 <sup>ab</sup>	55615±19338 <sup>ab</sup>	53220±14930 <sup>a</sup>	42135±1763 <sup>a</sup>	5.20*
	3	119882±30217 <sup>b</sup>	98918±10219 <sup>b</sup>	83332±23088 <sup>ab</sup>	45669±0 <sup>a</sup>	44713±1943 <sup>a</sup>	10.55***
Cohesiveness (%)	0	35.01±6.08 <sup>a</sup>	57.17±11.37 <sup>b</sup>	39.88±5.39 <sup>ab</sup>	37.53±1.84 <sup>ab</sup>	48.31±6.79 <sup>ab</sup>	3.94*
	1	35.24±5055 <sup>b</sup>	29.31±9.51 <sup>ab</sup>	31.10±2.44 <sup>ab</sup>	23.02±4.73 <sup>ab</sup>	18.26±1.88 <sup>a</sup>	4.45*
	2	44.15±2.82 <sup>b</sup>	30.90±1.56 <sup>ab</sup>	37.68±11.59 <sup>b</sup>	24.80±2.97 <sup>a</sup>	22.83±2.29 <sup>a</sup>	7.49**
	3	54.44±16.92 <sup>b</sup>	50.34±0.79 <sup>b</sup>	43.3±15.25 <sup>ab</sup>	25.66±0 <sup>a</sup>	24.16±1.03 <sup>a</sup>	5.64*
Springness (%)	0	44.66±0.93 <sup>a</sup>	59.29±8.87 <sup>b</sup>	45.65±6.71 <sup>ab</sup>	56.84±1.06 <sup>ab</sup>	53.72±6.89 <sup>ab</sup>	3.76*
	1	39.90±9.44 <sup>b</sup>	31.62±9.83 <sup>ab</sup>	35.55±2.80 <sup>ab</sup>	25.59±4.77 <sup>ab</sup>	20.80±4.04 <sup>a</sup>	3.71*
	2	55.52±2.58 <sup>b</sup>	43.48±3.60 <sup>ab</sup>	46.88±14.99 <sup>ab</sup>	34.52±4.15 <sup>a</sup>	30.23±1.66 <sup>a</sup>	5.72*
	3	71.75±16.43 <sup>b</sup>	66±2.04 <sup>b</sup>	57.36±16.33 <sup>b</sup>	35.11±0 <sup>ab</sup>	30.22±0.22 <sup>a</sup>	9.53*
Gumminess (g)	0	117.47±5.23	201.32±50.74	124.63±34.97	175.23±4.72	150.18±51.09	2.88
	1	101.71±39.91	67.89±26.79	75.23±11.69	49.44±10.43	41±9.57	3.20
	2	286.32±8.93 <sup>b</sup>	145.78±48.58 <sup>a</sup>	155.10±69.37 <sup>a</sup>	120.83±46.28 <sup>a</sup>	87.67±11.32 <sup>a</sup>	9.04**
	3	357.62±130.07 <sup>c</sup>	258.01±13.1 <sup>b</sup>	214.41±60.06 <sup>b</sup>	110.09±0 <sup>ab</sup>	98.58±0.89 <sup>a</sup>	8.42**

1) Means with the same lettered superscripts in a same row are not significantly different by Tukey's test.

\* $p<0.05$ , \*\* $p<0.01$ , \*\*\* $p<0.001$ .

2) CO : *Backsulgi* (control)

R1 : *Backsulgi* added with plastic rice powder 10%, R2 : *Backsulgi* added with plastic rice powder 20%,

R3 : *Backsulgi* added with plastic rice powder 30%, R4 : *Backsulgi* added with plastic rice powder 40%.

ness)는 가소제 쌀가루 첨가량이 증가할수록 대조구보다 경도가 낮게 나타났는데 다른 연구에서도 쌀 가루 입자 크기가 큰 것이 경도가 높은 것으로 보고되었다(勝田啓子 1989). 이것은 가열시 팽윤, 붕괴 정도가 입자 크기에 따라 다르기 때문인 것으로 설명할 수 있다(松元文子, 福場博保 1979).

응집성(cohesiveness)은 전분 손상이 큰 가소제 쌀가루 첨가량이 증가할수록 낮게 나타났는데 이것은 제분방법을 달리한 쌀가루를 증편에 첨가한 Kim YH (2000)과도 같은 결과였다. 탄력성(springness)은 저장온도 20℃에서 가소제 쌀가루 첨가량이 증가할수록 대조구보다 낮은 값을 나타냈었다. 씹힘성(gumminess)은 제조 직후에서 가소제 쌀가루 첨가구가 대조구보다 높게 나타났으나 가소제 쌀가루 첨가량이 증가할수록 씹힘성이 대조구보다 낮게 나타났으며 저장기간에 따라 가소제 쌀가루 첨가구는 완만한 증가를 보여준 반면 대조구는 증가 폭이 커졌다.

이 또한 Kim YH(2000)의 보고와 일치하였다.

3) 노화 특성

백설기의 견고성을 나타내는 경도(hardness)는 Table 8, 9에 서와 같이 가소제 쌀가루 및 고단백식품 첨가량의 증가에 따라 낮은 값을 나타내어 대조구에 비해 첨가구가 노화지연에 효과가 있는 것으로 나타났다. 저장기간에 따른 가소제 쌀가루 및 고단백식품 첨가구의 노화특성은 경도 값의 변화를 Avrami 방정식에 적용하여 Fig. 1, 2로 부터 1차 함수를 구하고 Avrami 지수(n) 및 시간상수(1/k)를 구하여 Table 10, 11에 나타내었다.

Avrami 지수 값은 결정 성장의 형태에 따라 1-4까지의 값으로 나타내는데 이 값은 결정핵 형성시간 및 결정체 형성 속도 상수에 의존하는 복합된 값으로서 그 값이 1에 근접하는 것은 결정핵 형성 즉시 결정체의 성장이 막대모양으로 일어나는 것을 의미한다. Kim K et al(1995)에 의하면 수침시간을 달리하여 제조한 찹쌀떡의 Avrami 지수 값이 0.9~1.1의

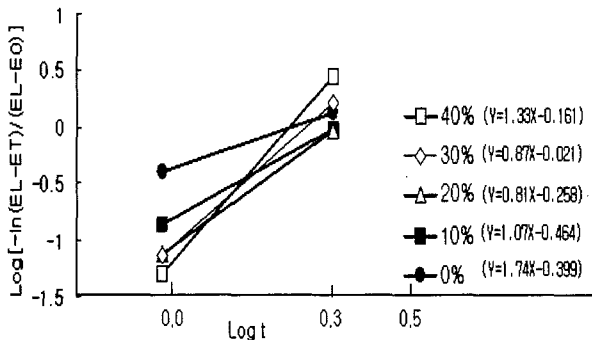


Fig. 1. Avrami equation for *Backsulgi* with different levels of plastic rice powder at 20°C.

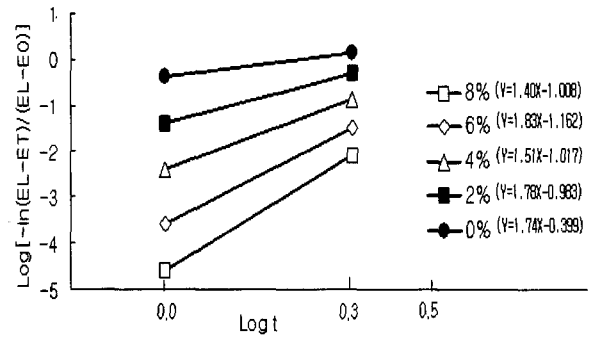


Fig. 2. Avrami equation for *Backsulgi* with different levels of nutriprotein at 20°C.

Table 10. Avrami exponents (n) and time constants (1/k) of *Backsulgi* with different levels of plastic rice powder at 20°C

Sample	Avrami exponents (n)	Time constants (1/k)
CO	1.74	2.50
R1	1.07	2.91
R2	0.81	1.81
R3	0.87	1.05
R4	1.33	1.45

Time constants unit : day

Table 11. Avrami exponents (n) and time constants (1/k) of *Backsulgi* with different levels of nutriprotein at 20°C

Sample	Avrami exponents (n)	Time constants (1/k)
CO	1.74	2.50
R1	1.78	9.60
R2	1.51	14.00
R3	1.83	14.50
R4	1.40	10.20

Time constants unit : day

범위를 보여 결정화 현상이 전분 겔의 성장과 일치한다고 보고하였다.

20℃ 저장에서의 Avrami 지수는 0.81~1.83으로 낮은 값을 나타냈고 시간상수 (1/k)은 가소제 쌀가루 첨가구보다 고단백식품 첨가구의 값이 높게 나타났는데 이것은 고단백식품 첨가구가 20℃ 저장에서 노화지연에 효과가 있음을 나타내는 것이다.

요약 및 결론

백설기 제조시 제조한 고단백식품과 가소제 쌀가루를 첨가하여 노화지연, 성분 분석 및 물성과 안정성을 위한 검사

결과는 다음과 같다.

1. 일반성분에서 쌀가루는 수분함량이 36.9%, 조회분이 0.2%, 조단백질은 4.7%, 조지방은 0.4%, 탄수화물은 57.8%로 나타났다. 가소제 쌀가루는 수분이 9.6%, 조단백질, 조회분은 각각 6.0%, 0.3%, 탄수화물은 83.7%로 나타났다. 고단백식품은 수분이 6.1%, 탄수화물이 3.6%로 가장 낮은 특징을 나타냈으며 조회분은 84.3%로 쌀가루보다 높게 나타났다.
2. 백설기의 팽윤율과 기공율을 측정된 결과 가소제 쌀가루 및 고단백식품 첨가량이 증가할수록 대조구 78.53%, 72.42%에 비해 팽윤율과 기공율은 모두 증가하는 것으로 나타났다. 가소제 쌀가루 첨가구의 경우 30%, 40% 첨가구가 대조구에 비해 82.33~83.17%, 76.77~77.65%로 각각 증가하였으며 고단백식품 첨가구의 경우에도 4%, 6% 첨가구가 84.04~84.49%, 76.85~77.16%로 각각 증가하였다.
3. 20℃ 저장에서의 Avrami 지수는 0.81~1.83으로 낮은 값을 나타냈고 시간상수(1/k)은 가소제 쌀가루 첨가구보다 고단백식품 첨가구의 값이 높게 나타났는데 이것은 고단백식품 첨가구가 20℃ 저장에서 노화지연에 효과가 있음을 나타내는 것이다.
4. 가소제 쌀가루 첨가의 texture 검사 결과에서 탄력성과 씹힘성은 20℃, 40% 첨가구가 유의적으로 가장 낮았으며 저장기간이 증가할수록 높은 값을 나타냈다. 응집성과 경도는 가소제 쌀가루 첨가량이 증가할수록 낮은 값을 나타냈다. 고단백식품 첨가구의 texture 검사 결과에서는 응집성과 탄력성은 제조 직후 및 저장기간 동안 응집성은 25.23 ~ 63.46 범위의 값을 나타내어 각 시험 구간에 유의적 차이를 보이지 않았으나 저장기간 동안 모든 구간에서 증가하였다.

이상의 연구를 통해 고단백식품 첨가 백설기의 가장 바람직한 recipe는 쌀가루 192 g(96%), 고단백식품 8 g(4%) 설탕 20 g(10%) 소금 1.6 g(0.8%), 물 42 mL (21%)였으며 가소제 쌀가루와 백설기의 가장 바람직한 recipe는 쌀가루 180 g (90%), 가소제 쌀가루 20 g(10%), 소금 1.6 g(0.8%), 설탕 20 g(10%), 물 39.8 mL (19.9%)였다.

본 연구 결과 Rheometer에 의한 물성 측정에서 고단백식품 및 가소제 쌀가루를 첨가한 백설기의 경도 변화가 대조구보다 모두 낮은 것으로 나타나 저장기간이 길수록 노화지연의 효과가 높음을 알 수 있었으며, 특히 노화도 변화에서 고단백식품 첨가구는 전 구간에서 노화지연 효과가 나타났으므로 고단백식품 첨가구는 대두 분리 단백질 함유로 기능성 및 노화지연 백설기 제조에 적합하다고 사료된다.

## 문헌

- Kim KO, Youn KH (1984) Effects of Hydrocolloids on Quality of packsulgi. *Korean J Soc Food Science and Technology* 16(2): 159.
- Lee SY, Kim KO (1986) Sensory Characteristics of Packsulkis (Korean traditional rice cakes) Containing Various Sweetening Agents. *Korean J Soc Food Science & Technology* 18(4): 325.
- Lee SY, Kim KO (1986) Sensory Characteristics of Packsulkis (Korean traditional rice cakes) Containing Combined Sweeteners. *Korean J Soc Food Science & Technology* 18(6): 503.
- Choi IJ, Kim YA (1992) Effect of Addition of Dietary Fibers on Quality of Backsulgies. *Korean J Soc Food Cookery Sci* 8(3): 281.
- Yoo JN, Kim YA (2001) Effect of Oligosaccharide Backsulgies. *Korean J Soc Food Cookery Sci* 17(2): 156.
- Lee KA, Kim KJ (2002) Mechanical Characteristic of Backsulgi Added with Rice Sources of Phospholipid. *Korea J Soc Food Cookery Sci* 18(4): 381.
- Ring SG, Colonna P, I'Anson KJ, Kalichevsky MT, Miles MJ, Morris VJ, Orford PD (1987) The gelation and crystallization of amylopectin. *Carbohydr Res* 162: 277.
- Levine H, Slade L (1989) Influence of the glassy and rubbery state of the thermal, mechanical, and structural properties of doughs and product. In dough rheology and baked product texture : Theory and practice. Ed. Faridi H, Faubion JM van N-ostrand Reinhold AVI. NY.
- Rosario RR, Pontiveros CR (1985) Retrogradation of some starch mixtures. *Starch* 35: 86.
- Kalichevsky MT, Orford PD, Ring SG (1990) The retrogradation and gelation of amylopectins from various botanical sources. *Carbohydr Res* 198: 49.
- Kim KS (1993) Physicochemical Properties of Rice Flour by Different Milling Methods and the Quality Characteristics of Jeungpyun. *Doctor's Degree Thesis*, Chung-Ang University, p 8.
- 이상효 (1992) 식품가공 원료로서의 쌀전분과 쌀가루. *식품기술 제 5권 제 2호*.
- Jung HS (2001) Sensory Characteristic and Rheological Change of Kongdduk (Soybean Rice Cake) Depending on Cooking, Storage and Packaging Method. *Doctor's Degree Thesis*, Dong-A University, p 2.



- Hirabayashi K, Chen K, Akiyama D, Ayub Z (1993) The second international silk conference. The collection of papers, Beijing, p 224-232.
- Chen K, Umeda Y, Hirabayashi K (1995) Enzymatic hydrolysis of silk fibroin. *J Seric Sci Japan* 65: 131-133.
- Keiko F, Sadayuki T, Rumiko K (2000) Preparation and properties of novel sponge cake by combining rice flour with silk fibroin protein. *J Soc Food Sci and Technol Japan* 47: 363-367.
- Hwang YJ (2001) A Study of Functional Jeolpyon Prepared with Silk Protein. *Master's Thesis*, Dong-A University, p 1-2.
- Jung HS (2001) Sensory Characteristic and Rheological Change of Kongdduk(Soybean Rice Cake) Depending on Cooking, Storage and Packaging Method. *Doctor's Degree Thesis*, Dong-A University, p 7.
- 주현규, 조광행, 박충균, 조규성, 채주규, 마상조 (1995) 식품 분석법. 유림문화사. p 280.
- 정동효, 장현기 (1988) 최신식품분석법. 삼중당, p 84.
- AOAC (1990) *Official methods of analysis*, 15th., Association of Official Analytical Chemists. Washington DC.
- Kobayashi T, Tabuchi T (1954) A method employing a tribasic sodium phosphate buffered reagent for estimating semimicro quantities of reducing sugars. *J Agr Chem Soc Japan* 28: 171-175.
- Campbell, Penfield, Gris wold (1965) The Experimental study of food. Houghton Mifflin. p. 459.
- Kim K, Lee YH, Park YK (1995) Effect of steeping time of waxy rice on the firming rate of waxy rice cake. *Korean J Food Sci Technol* 27: 264-265.
- MINITAB User's Guide #1 (2000) Data, Graphics, and Macros, Minitab Inc.
- MINITAB User's Guide #2 (2000) Data Analysis and Quality Tools, Minitab Inc.
- Yang JN (2002) A Study on Quality Characteristics of Back-sulgi with Adding Agar Powder. *Master's Thesis*, Dong-A University, p 1-2.
- 勝田啓子 (1989) 田子の話. 調理科學, 22(3): 42.
- 松元文子, 福場博保 (1979) 調理と米. 學建書院.
- Kim YH (2000) A study of the functional bread making by the supplementation with sericultural products. Ph.D. Thesis. (2004년 6월 8일 접수, 2004년 8월 16일 채택)