

백설기 제조에서 찌는 압력과 시간 및 저장 기간에 따른 품질 특성

박지양 · 류기형[†]

공주대학교 식품공학과 및 식품과학연구소

Effect of Steaming Pressure and Time and Storage Period on Quality Characteristics of *Baeksulgi*

Ji-Yang Park and Gi-Hyung Ryu[†]

Department of Food Science and Technology, Institute of Food Science, Kongju National University, Yesan 340-800, Korea

Abstract

The objective of the study was to investigate the effect of steaming pressure (0.5, 1.0, and 1.5 bar), steaming time (5, 10, and 15 min), and storage period on hardness, hardness rate constant, and sensory characteristics of *Baeksulgi* prepared with optimum formula (rice flour 100%, water 60%, salt 1.5%, and sugar 15%). Although the hardness was slowly increased during storage period from 0 hr to 8 hr and sharply increased after 12 hr of storage in case of 0.5 bar steam pressure, it was slowly increased after 12 hr storage time in case of steaming pressure at 1.0 bar. Hardness rate constant of *Baeksulgi* was 0.217~0.184 hr⁻¹ at range of steaming time for 8~10 min and pressure at 0.8~1.0 bar which was relatively low. Hardness and elasticity of sensory evaluation were increased with the increases in steaming pressure, steaming time, and storage period but cohesiveness was decreased. The highest overall preference was steaming pressure at 10 bar, steaming time for 10 min, and storage period for 12 hr. In conclusion, steaming pressure, steaming time, and storage period influenced *Baeksulgi* quality such as hardness and sensory characteristics.

Key words : *Baeksulgi*, steaming pressure, storage period, hardness rate constant, sensory characteristic

서 론

떡은 곡식가루를 반죽하여 찌서 만든 음식으로 정의되며 제조 방법과 첨가되는 재료에 따라 크게 찌는 떡, 치는 떡, 지지는 떡, 삶는 떡으로 분류된다(1). 찌는 떡은 전통적인 떡류의 가장 기본적인 것으로 멥쌀을 분쇄하여 수분과 감미료를 혼합하여 시루에 넣어 증기로 찌는 것으로 그 중에서 기본이 되는 떡은 백설기라 할 수 있다. 또한 첨가되는 재료에 따라 콩설기, 밤설기, 호박설기, 잣과병 등으로 분류된다(2-4). 일반적인 찌는 떡의 제조공정은 쌀을 수침하여 물밀에 1차 분쇄하여 수분과 소금을 넣어 2차 분쇄를 한 다음 설당을 혼합하여 체질을 하고 시루에 넣고 증기로 찌는 방식이다. 떡의 제조는 재래식으로 경험에 의해 이루어지

고 있기 때문에 떡 산업의 발전을 위하여 공정의 표준화가 필요하다.

저장기간이 경과할수록 떡의 조직이 굳어지는 현상은 전분의 노화와 관련이 있으며 전분의 노화는 전분의 종류, 전분을 구성하는 아밀로오스와 아밀로펙틴의 함량비, 분자의 크기, 온도, pH와 수분함량, 기타 첨가되는 물질에 의하여 영향(5)을 받고 효소처리를 하거나 당류, 식이섬유 등을 첨가하였을 경우 떡의 노화지연에 효과가 있는 것으로 보고되었다(6-8). 백설기의 저장성을 향상시키기 위하여 현미가루와 부원료를 첨가하여 전분의 노화를 지연시켜서 저장기간의 경과에 따른 굳는 속도를 감소시키기 위한 연구(9,10)는 수행되었으나 백설기의 제조공정의 조절을 통한 굳기의 조절에 대한 연구는 미흡한 실정이다.

따라서 본 연구는 대표적인 찌는 떡인 백설기의 제조과정 중 중요한 공정 변수인 찌는 압력과 시간을 달리하여

[†]Corresponding author. E-mail : ghryu@kongju.ac.kr,
Phone : 82-41-330-1484, Fax : 82-41-335-5944

제조한 시료의 저장기간에 따른 굳기변화와 굳기속도 및 관능적 품질 특성을 살펴보았다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용한 가공멥쌀가루는 찌는 떡용 가루멥쌀(대두식품, 군산)을 사용하였고 소금은 순도 98%의 천일염(제일상사, 당진)과 정백당(제일제당, 인천)을 사용하였다.

최적 배합비율

기본적인 백설기의 최적 배합비율을 선정하기 위해 Table 1과 같이 쌀가루 100%를 기준으로 물, 소금, 설탕의 함량을 달리한 각각의 백설기를 제조하여 예비관능 검사를 실시한 결과 가장 우수한 관능적 특성을 나타낸 수분 60%, 소금 1.5%, 설탕 15% 배합비율 시료(B3)를 최적 원료배합비로 선정하였다.

Table 1. Formula percent of *Backsulgi*

Sample	Ingredient(%)			
	Rice flour	Water	Salt	Sugar
B1	100	40	0.5	5
B2	100	50	0.5	10
B3	100	60	1.5	15
B4	100	70	2.0	20
B5	100	80	2.5	25

백설기 제조

백설기 제조는 건조된 가공멥쌀가루에 소금과 상온의 수돗물을 혼합한 후 30분간 실온에 두었다가 기존의 스테인리스 롤(roll) 대신에 돌로 만든 돌 롤밀(stone-roller mill, 신풍이엔지, 대구)을 사용하여 1회 분쇄한 후 설탕을 혼합하여 60 mesh체에 내린 후 원형시루(대창공업사, 서울)에 쌀가루 1 kg씩을 넣은 후 기름보일러(제우보일러, 인천)를 사용하여 증기를 발생시켜 백설기를 제조하였다.

최적 배합비로 선정된 시료(B3)를 찌는 압력 0.5 bar(50 kPa)일 때 5, 10, 15분, 1.0 bar일 때 5, 10, 15분, 1.5 bar일 때 5, 10, 15 분씩 찌는 시간을 달리하여 백설기 시료로 제조하여 5.0×5.0×3.0 cm의 크기로 절단하여 30분 냉각 후 비닐 랩으로 밀봉한 후 실온(21±1℃)에 저장하여 분석하였다.

압력조절 시스템

백설기의 찌는 압력을 조절하기 위한 기본 장치는 보일러, 증기배관, 시루받침, 시루이며, 찌는 압력을 조절하기 위해 Fig. 1과 같이 보일러로부터 토출되는 압력을 시루받

침과 증기배관 사이에 압력조절 밸브와 압력게이지를 설치하여 압력을 측정하였다. 게이지의 압력은 0.0 bar에서 10 bar의 범위까지 조절가능하다.

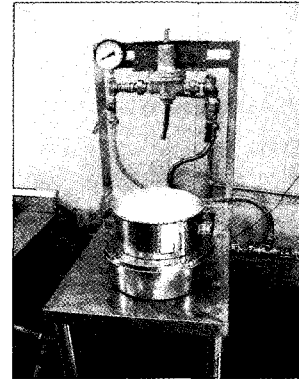


Fig. 1. View of pressure control valve and gauge.

백설기의 굳기

찌는 압력과 시간을 달리하여 제조한 백설기를 오와 김(11)의 기계적 조직감 측정방법을 기초로 하여 30분간 냉각한 후 실온(21±1℃)에서 저장하면서 레오메타(Sun Rheometer Compac-100, Sun Sci. Co., Japan)를 사용하여 탐침 지름 2 cm, 감지센서 2 kg, 시료크기 5.0×5.0×3.0 cm, 지지대 이동속도 6 cm/min, 압축률 50%의 조건으로 굳기를 측정하였다. 백설기의 굳기는 Fig. 2와 같은 힘-변형 곡선의 최고 피크 값으로 5회 반복한 평균값을 나타내었다.

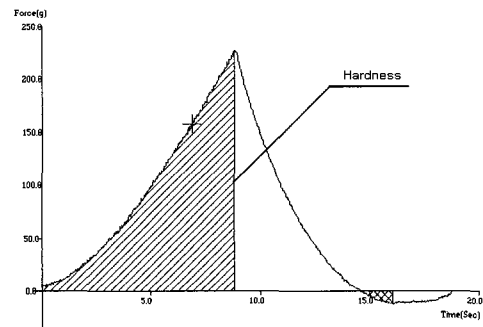


Fig. 2. View of force-deformation curve.

백설기 저장시의 굳기속도

백설기의 굳기속도를 알아보기 위해 김(12)의 찹쌀떡의 저장 중 노화속도의 결정을 수정하여 찌는 압력과 시간을 달리하여 제조한 시료를 저장기간에 따른 굳기(H_t)와 초기의 굳기(H₀)를 시간으로 나눈 로그값과 저장기간의 1차 선형 회귀직선식의 기울기를 굳기속도상수(hardness rate constant, k)로 나타내었다.

백설기의 저장기간에 따른 굳기속도의 변화를 1차 반응식으로 나타내면 식 1과 같다.

$$\frac{dH}{dt} = kH \text{ ----- (1)}$$

저장시간 t_0 에서 t 에 도달하는 동안 시료의 굳기는 H_0 에서 H_t 로 증가하는 조건으로 식(1)을 적분하면

$$\frac{dH}{H} = kdt \text{ ----- (2)}$$

$$\int_{H_0}^{H_t} \frac{1}{H} dH = k \int_0^t dt \text{ ----- (3)}$$

$$\ln \frac{H_t}{H_0} = kt \text{ ----- (4)}$$

- H_t : Hardness at storage period (t)
- H_0 : Initial hardness (t_0)
- t : Storage period (hr)
- k : Hardness rate constant (hr^{-1})

통계 분석

백설기의 찌는 압력과 시간을 달리하여 제조한 시료의 저장기간에 따른 굳기속도를 알아보기 위해 Minitab program(Minitab Inc., Minitab Statistical software, U.S.A.)을 사용하여 반응표면 회귀분석으로 통계처리를 하였다. 반응표면 분석에서 독립변수는 찌는 시간(X_1)과 찌는 압력(X_2)이며 백설기의 품질 특성에 관련된 반응변수(Y)는 굳기속도로 하였다. 두 가지의 독립변수(X_1, X_2)에 대한 2차 회귀모형은 식(5)와 같다.

$$Y=b_0+b_1X_1+b_2X_2+b_{11}X_{12}+b_{22}X_{22}+b_{12}X_1X_2 \text{ ---- (5)}$$

여기서 Y는 반응변수, X_1, X_2 는 독립변수, b_0 는 절편, b_m 은 회귀계수이다.

반응표면분석에 의한 백설기의 찌는 압력과 시간 그리고 굳기속도의 최적화는 각각의 반응변수의 특성 값을 만족시키는 인자의 최적조합을 Minitab program(13)을 이용하여 결정하였다.

백설기의 관능적 특성

찌는 압력과 시간에 따른 백설기의 관능적 특성을 비교하기 위해서 공주대학교 떡 동아리 학생 중 10명의 평가원을 선정하여 실험목적을 설명하고 백설기의 굳기특성에 대한 견고성(firmness), 탄성(springiness), 응집성(adhesiveness), 매끄러움(smoothness), 전체적인 기호도(overall quality)에 대한 용어를 선택하여 평가원들에게 그 순서를 인지하도록 설명하고 훈련을 시켰다.

찌는 압력과 시간을 달리한 백설기의 저장기간을 0, 12, 24 hr으로 나누어 관능검사를 실시하였다. 시료는 3.0×3.0×3.0 cm 크기로 절단한 시료에 대해 관능검사원이 견고성(firmness), 탄성(springiness), 응집성(adhesiveness)을 평가하고 마지막으로 전체적인 기호도(overall quality)를 평가하였다.

결과 및 고찰

백설기의 굳기 변화

Table 2는 찌는 압력과 시간을 달리하여 제조한 백설기를 30분간 냉각 후 실온에서의 저장기간에 따른 굳기의 변화를 측정 한 결과이다.

Table 2. Change in hardness at various steaming pressure and time and storage period

Storage period (hr)	Steaming pressure (bar) and time (min)								
	0.5			1.0			1.5		
	5	10	15	5	10	15	5	10	15
0	344	342	358	320	346	307	272	148	119
4	328	400	244	328	253	270	183	231	280
8	381	475	424	383	316	367	270	383	311
12	425	603	531	430	350	421	293	443	398
24	771	863	661	789	452	462	658	671	621

백설기의 굳기는 저장기간 0시간일 때 0.5 bar에서 5분간 찌는 시료가 높은 값(344 g)을 나타내었고 1.5 bar에서 15분간 찌는 시료가 가장 낮은 값(119 g)을 나타내었다. 저장기간의 경과에 따른 백설기의 굳기가 가장 낮은 값을 나타낸 시료의 찌는 압력과 시간은 저장기간 4시간일 때 1.5 bar에서 5분(183 g), 8시간일 때 1.5 bar에서 5분(270 g), 저장기간 12시간일 때 1.5 bar에서 5분(293 g)을 나타내었다. 저장기간 24시간일 때는 1.0 bar에서 10분간 찌는 시료가 낮은 값(452 g)을 나타내었다.

저장기간 4시간에서 12시간까지 찌는 압력과 시간이 각각 1.5 bar와 5분에서 낮은 굳기를 나타내었다. 저장기간에 따른 굳기의 변화를 보면 찌는 시간 5, 10, 15분일 때 저장기간 0시간에서 8시간은 완만하였지만 12시간 이후에는 급격하게 증가하는 경향을 나타내었다. 이것은 오와 김(11)의 연구에서도 백설기의 기계적 특성인 경도가 2일째부터 급격하게 증가했다는 결과와 유사한 경향을 보였다.

한편 찌는 압력이 1.0 bar에서 10, 15분간 찌는 시료는 12시간 이후에도 경도가 완만하게 증가하였으므로 저장기간에 따른 굳기 변화는 찌는 압력에 따라 영향을 받는 것을 알 수 있었다.

백설기 저장 시의 굳기속도 변화

Fig. 3, 4는 저장기간에 따른 굳기와 초기굳기의 비를 자연로그 값의 관계를 도식화한 것으로 일차식의 기울기로부터 굳기속도상수를 구하였다. 찌는 시간 10분일 때 찌는 압력 0.5, 1.0, 1.5 bar의 초기 속도상수는 각각 0.275, 0.184, 0.175 hr⁻¹로 굳는 속도가 빠른 순서는 0.5, 1.0, 1.5 bar이었다(Fig. 3). 또한 찌는 압력 1.0 bar에서 찌는 시간에 따른 굳는 속도가 빠른 순서는 15, 5, 10분 이었다(Fig. 4).

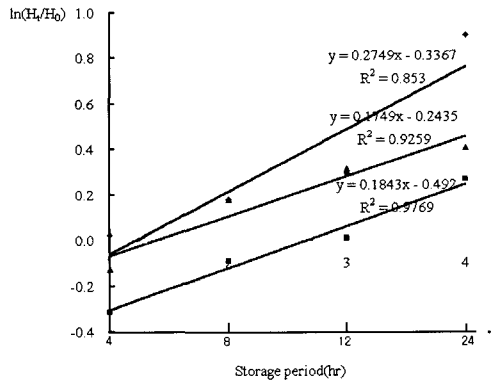


Fig. 3. Correlation of storage period and ln(H_t/H₀) at steaming time 10 min.

◆ 0.5 bar ■ 1.0 bar ▲ 1.5 bar.

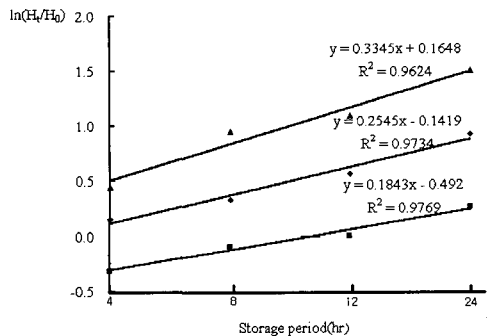


Fig. 4. Correlation of storage period and ln(H_t/H₀) at steaming pressure 1.0 bar.

◆ 5 min ■ 10 min ▲ 15 min.

Table 3은 찌는 시간과 압력에 따른 굳기속도상수를 나타낸 것으로 찌는 시간과 압력이 10분과 1.5 bar에서 가장 낮은 굳기속도상수(0.175 hr⁻¹), 15분과 0.5 bar에서 가장 높은 굳기속도상수(0.392 hr⁻¹)를 보여 가장 낮은 굳기속도상수와 가장 높은 굳기속도상수와의 2.2배의 차이가 나타났다. 이로써 찌는 압력과 시간에 따라 백설기의 굳는 속도가 크게 차이가 있다는 것을 알 수 있었다.

Table 3. Hardness rate constant of *Backsulgi* at various steaming time and pressure

Steaming time (min)	Steaming pressure (bar)	Hardness rate constant (hr ⁻¹)	R ²
5	0.5	0.267	0.849
	1.0	0.255	0.973
	1.5	0.322	0.940
10	0.5	0.275	0.853
	1.0	0.184	0.977
	1.5	0.175	0.926
15	0.5	0.392	0.887
	1.0	0.335	0.962
	1.5	0.264	0.923

김 등(12)의 연구에 의하면 찌는 시간에 따른 찰떡의 노화속도는 수침시간이 12~18 시간일 때 크게 지연되며 그 이상의 시간에서는 큰 변화가 없었다고 보고하여 수침시간이 노화속도에 영향을 준다고 하였다. 본 실험에서는 백설기의 찌는 압력이 1.0 bar일 때 찌는 시간이 10 분에서도 굳기속도가 크게 늘어졌으므로 찌는 압력과 시간 역시 굳기속도에 영향을 주는 변수임을 알 수 있었다.

굳기속도의 최적화

백설기 제조의 최적 조건을 알아보기 위해 찌는 시간과 압력에 따른 굳기속도 상수의 회귀식에서 굳기속도 회귀식(6)의 결정계수 R²는 0.9389 로 반응모형이 적합하였으며 통계적으로도 유의성이 인정되었다(P<0.05).

$$Y = 0.496 - 0.052314X_1 - 0.069810X_2 - 0.018343X_1X_2 + 0.003777X_1^2 + 0.097714X_2^2 \quad (6)$$

여기서 Y는 굳기속도상수이며 X₁은 찌는 시간, X₂는 찌는 압력을 나타낸다.

찌는 시간과 압력에 따른 굳기속도상수에 대한 반응표면을 Fig. 5에 나타내었다. 굳기속도상수는 찌는 시간 5분부터 10분까지 감소하다가 10분일 때 최저점을 나타내고 다시 찌는 시간 15분까지 증가하는 경향을 보였다. 또한 찌는 압력이 0.5 bar부터 1.0 bar까지 감소하다가 1.0 bar일 때 최저점을 나타내고 다시 찌는 압력이 1.5 bar일 때 증가하는 경향을 보였다.

반응표면 굳기속도에서 찌는 시간이 8~10분과 찌는 압력이 0.8~1.0 bar에서 굳기속도상수가 낮은 0.175~0.184 hr⁻¹ 범위의 값을 나타냈으므로 이 조건이 최적의 찌는 시간과 압력 조건으로 판단되었다. 따라서 떡 원료 배합비와 함께 제조공정의 표준화를 통해 고품질의 백설기를 생산하여 경제적 효과를 얻을 수 있는 것으로 판단되었다.

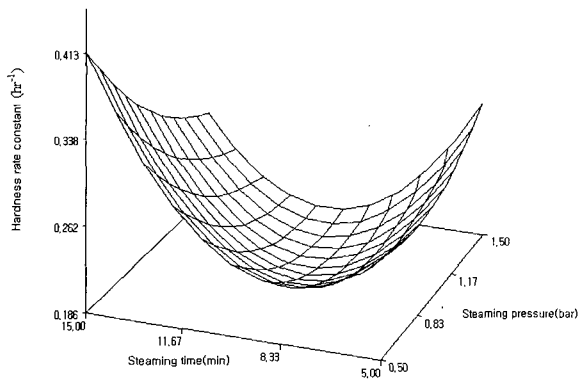


Fig. 5. Response surface plot of hardness rate constant for the effects of steaming time and pressure.

백설기의 관능적 특성 및 정량묘사 분석

Table 4는 찌는 압력과 시간에 따른 백설기의 견고성 (firmness), 탄성(springiness), 응집성(adhesiveness)과 전체적인 기호도(overall quality)에 대한 관능검사 결과이다.

찌는 압력 1.0 bar에서 저장기간이 12시간일 때 2.8~3.6,

24시간일 때 4.6~4.2였으며 1.5 bar에서 저장기간이 12시간 일 때 3.8~4.4, 24시간일 때 5.1~5.3으로 찌는 압력이 증가할수록 견고성은 증가하는 경향을 나타내었다. 한편 저장기간 12시간에서 찌는 압력에 따른 탄성의 변화를 보면 0.5 bar에서 3.2~3.9, 1.0 bar에서 3.2~4.2, 1.5 bar에서 2.9~3.7로 찌는 압력이 증가할수록 감소하는 경향을 보였다. 저장기간에 따른 응집성은 찌는 압력이 0.5 bar에서 1.5 bar로 증가할수록 증가하는 경향을 보였다.

저장기간에 따른 전체적인 기호도는 저장기간 12시간에서 찌는 압력 0.5 bar와 1.0 bar이 각각 3.1~3.6과 3.3~3.9로 높았으며, 찌는 압력 1.5 bar에서는 저장기간이 0시간일 때 3.4~3.8로 높았고 저장기간이 경과할수록 감소하는 경향을 나타내었다.

저장기간에 따른 백설기의 견고성, 탄성, 응집성은 12시간 이후에는 급격히 증가하는 경향을 나타냈으며 전체적인 기호는 감소하는 경향을 나타내었다.

요 약

백설기의 최적 배합비(쌀가루 100%, 수분 60%, 소금 1.5%, 설탕 15%)를 선정하여 찌는 압력(0.5, 1.0, 1.5 bar)과 찌는 시간(5, 10, 15분)을 달리하여 시료를 제조 후 저장기간(0, 4, 8, 12, 24시간)에 따른 백설기의 굳기변화와 굳기속도 및 관능적 특성의 결과를 살펴보았다. 굳기는 저장기간 0시간에서 8시간은 완만하게 증가하였지만 12시간 이후에는 급격하게 증가하는 경향을 나타내었지만 찌는 압력이 1.0 bar에서 10, 15분간 찌는 시료는 12시간 이후에도 완만하게 증가하였다. 한편 굳기속도상수는 찌는 시간 8~10분과 찌는 압력 0.8~1.0 bar에서 상대적으로 낮은 0.175~0.184 hr⁻¹의 값을 보여 최적 조건으로 판단되었다. 찌는 압력과 시간 및 저장기간이 증가할수록 견고성과 탄성은 증가하는 경향을 보였지만 응집성은 찌는 압력과 저장기간이 증가할수록 감소하는 경향을 나타내었다. 전체적인 기호도는 찌는 압력 1.0 bar, 찌는 시간 10분에서 저장기간 12시간일 때 가장 높은 값을 보였다. 결론적으로 백설기의 저장기간과 함께 제조공정변수인 찌는 압력과 시간에 따라 굳기 및 굳기속도와 관능적 품질특성이 변화하였다.

감사의 글

본 연구는 2005년도 공주대학교 학술연구비 지원에 의해 수행되었으며 이에 감사드립니다.

Table 4. Sensory characteristics of *Backsulgi* produced by various steaming pressure and time during storage period

Steaming pressure (bar)	Storage period (hr)	Steaming time (min)	Firmness	Springiness	Adhesiveness	Overall quality
0.5	0	5	2.1	2.3	2.8	2.8
		10	2.2	2.7	3.3	3.1
		15	2.1	3.4	3.4	3.3
	12	5	2.9	3.2	3.6	3.1
		10	3.2	3.9	2.9	3.4
		15	3.9	3.9	3.7	3.6
24	5	3.8	3.2	3.6	2.4	
	10	4.7	3.1	3.9	3.0	
	15	2.5	2.5	3.2	2.2	
1.0	0	5	2.5	3.2	3.4	3.2
		10	2.6	3.5	3.9	3.3
		15	2.9	3.6	4.2	3.2
	12	5	2.8	3.2	2.4	3.3
		10	3.9	4.2	3.9	3.3
		15	3.6	3.6	3.5	3.9
24	5	4.6	2.5	4.0	2.6	
	10	4.3	2.7	4.4	2.1	
	15	4.2	3.2	3.3	2.8	
1.5	0	5	3.1	3.2	3.6	3.4
		10	3.3	3.6	4.0	3.5
		15	3.8	4.4	4.2	3.8
	12	5	3.8	2.9	3.5	2.5
		10	3.6	3.0	2.7	2.7
		15	4.4	3.7	2.8	2.4
24	5	5.1	2.4	4.6	2.0	
	10	5.2	2.6	3.1	2.3	
	15	5.3	3.1	3.4	1.8	

참고문헌

1. Ryu, G.H., Park, J.Y., Koo, B.Y., Song, D.S., Lim, M.S. (2005) Korean rice cake for manufactor and process engineer. Hyoil Publishers, Seoul. p.13
2. Ku, S.Y., Lee, H.G. (2001) The sensory and textual characteristics of *Chicsulgi*. Korean J. Soc. Food Cookery Sci., 17(5), 523-532
3. Lee, S.Y., Kim, K.O. (1986) Sensory characteristics of *Backsulkis* (Korean traditional rice cakes) containing combined sweeteners. Korean J. Soc. Food Sci. Technol., 18(6), 503-514
4. Kim, K.O., Youn, K.H. (1984) Effects of hydrocolloids on quality of *Packsulgi*. Korean J. Soc. Food Sci. Technol., 16(2), 159-164
5. Rosario, R.R., Pontiveros, C.R. (1985) Retrogradation of some starch mixtures. Starch, 35, 86-91
6. Koh, B.K. (1999) Development of the method to extend shelf life of *Backsulgie* with enzyme treatment. Korean J. Soc. Food Sci., 15(5), 533-538
7. Yoo, J.N., Kim, Y.A. (2001) Effect of oligosaccharide on *Backsulgies*. Korean J. Soc. Food Cookery Sci., 17(2), 156-164
8. Choi, I.J., Kim, Y.A. (1992) Effect of addition of dietary fibers on quality of *Backsulgies*. Korean J. Soc Food Sci., 8(3), 281-289
9. Joung, H.S. (2004) Quality of characteristics of *Paeksulgis* added power of *Opuntia Ficus indica var. Saboten*. Korean J. Soc. Food Cookery Sci., 20(6), 93-98
10. Choi, Y.S., Kim, Y.A. (1993) Effect of addition of brown rice flour on quality of *Backsulgies*. Korean J. Soc. Food Sci., 9(2), 67-73
11. Oh, M.H., Kim, K.J. (2003) Effect of nutriprotein on the sensory and mechanical characteristics of *Backsulgi* by storage time and temperature. Korean J, Soc Food Cookery Sci., 19(1), 46-59
12. Kim, K., Lee, Y.H., Park, Y.K. (1995) Effect of steeping time of waxy rice on the firming rate of waxy rice cake. Korean J, Soc Food Sci. Technol., 27(2), 264-275
13. MINITAB User's Guide 2. (2000) Data analysis and quality tools, Minitab Inc., USA

(접수 2006년 1월 5일, 채택 2006년 3월 24일)