

호정화에 의한 백설기의 품질특성

두화진 · 이은숙 · 김용노¹ · 심재용*

한경대학교 식품생물공학과, ¹서울대학교 바이오시스템 · 소재학부

Quality Characteristics of *Backsulgi* with Dextrinized Rice

Hwa-Jin Doo, Eun-Suk Lee, Yong-Ro Kim¹ and Jae-Yong Shim*

Department of Food & Biotechnology and Food and Bio-industrial Research Center,
Hankyong National University

¹Center for Agricultural Biomaterials and Dept. of Biosystems & Biomaterials Science and Engineering,
Seoul National University

Abstract

The purpose of this study was to investigate the effect of dextrinization methods (dry oven and roaster) and the ratio of dextrinized rice on the quality of *Backsulgi* during storage. The moisture content significantly increased with increasing the amount of dextrinized rice regardless of dextrinization methods. As the ratio of dextrinized rice increased, the L value of the *Backsulgi* decreased, but the a and b values increased. The a and b values of dry oven method were higher than those of roaster method due to their thermal denaturalization. However, there were no significant pattern's change in sample's colors during storage. In the texture profiles, the hardness, cohesiveness, gumminess and chewiness significantly decreased with increasing the amount of dextrinized rice depending on the dextrinization methods and the ratios. The time constant (1/k) of the *Backsulgi* with dextrinized rice comparatively higher than that of control and appeared to be the highest in the *Backsulgi* formulated by 100% of dextrinized rice. In the sensory evaluation, *Backsulgi* with dextrinized rice over 30% after 1day storage showed higher value in overall quality and lower value in hardness than control. The addition of 30% dextrinized rice made by roaster showed the most effective on the quality and retrogradation of *Backsulgi*.

Key words: *backsulgi*, retrogradation, dextrinization, texture, sensory evaluation

서 론

우리의 주식으로서의 쌀은 경제발전과 식생활의 서구화로 먹을거리의 다양한 변화에 따라 육류, 과일과 유가공 제품을 선호하는 시대로 변화하면서 상대적으로 1인당 쌀 소비량은 지속적으로 감소하고 있다. 쌀의 소비량을 촉진시키기 위해서는 먹는 밥을 대신하고 식생활의 변화 추세에 부응할 수 있는 쌀 가공식품의 개발과 보급이 필요하다. 2000년 쌀 가공식품협회의 쌀 가공제품 분야별 공급현황에서 우리나라 쌀을 이용한 가공제품은 쌀떡과 면류가 전체 쌀 이용 제품 중 51%의 높은 수치를 나타내고 있는데 이처럼 쌀을 이용한 대표적인 쌀 가공 식품은 떡과 면류라

할 수 있다. 그 중 떡은 곡식가루를 반죽하여 찌거나 삶아 익힌 음식으로, 농경문화의 정착과 그 역사를 함께 하는 전통식품으로써 예로부터 명절이나 각종 의례에 필요한 대표적인 식품으로 이용되어 왔다(Kang, 1997). 떡의 종류에는 만드는 법에 따라 찌는 떡, 치는 떡, 빻는 떡, 지지는 떡 등으로 분류할 수 있고, 그중 백설기는 멥쌀가루에 설탕을 섞어 가루를 내려 시루에 찐 떡으로 시루떡의 가장 기본이 되며 가장 손쉽게 만들 수 있는 떡이다. 그러나 떡을 대량 생산하여 전국적으로 유통시키기 위해서는 여러 가지 문제점들을 해결해야 하는데 가장 큰 문제점은 떡을 만들어 당일 시장에 공급 유통해야 하는 소위 저장성이 너무 짧은다는 점이다. 그 이유는 떡의 저장이나 유통과정에서 전분의 재결정화 또는 응고화, 즉 노화가 일어나 제품의 식감을 저하시켜 상품성을 크게 떨어뜨리기 때문이다. 이러한 전분의 노화를 촉진하는 인자들은 전분분자의 형태와 크기, 아밀로오스와 아밀로펙틴의 함량, 수분함량, 온도, pH, 염류, 당 등이 관여하고 있다고 알려져 있다(Shin, 1995). 그 동안 떡의 노화지연 및 품질향상의 관한 연구가

Corresponding author: Jae-Yong Shim, Department of Food & Biotechnology, Hankyong National University, 67 Seokjeong-dong, Anseong-si, Gyeonggi-do, 456-749, Republic of Korea
Tel: +82-31-670-5158; Fax: +82-31-677-0990
E-mail: jyshim@hknu.ac.kr
Received October 7, 2009; revised November 9, 2009; accepted November 19, 2009

많이 진행되어 왔는데 hydrocolloids 첨가(Kim & Yoon, 1984) α -amylase 효소첨가(Koh, 1999; Song & Park, 2003), 당류 첨가(Kim & Yoo, 2001; Yoo & Lee, 1984; Kim & Kwang, 2008; Kim & Chung, 2009), 유화제 첨가(Kim & Chung, 2007), 첨가물(Kweon et al., 2007; Yoon, 1999)등에 의해 저장 시 떡의 노화를 억제할 수 있었다. 그러나 노화억제 물질들의 첨가는 전통적인 소재와 방법으로 만든 떡을 선호하는 소비자들에게 거부감을 줄 수 있어 첨가제를 섞지 않고 쌀 자체의 변형을 통한 노화 억제 방법의 모색이 필요하다. 이에 쌀의 호정화를 통한 노화억제 방법이 효과적이다. 호정화(dextrinization)란 전분을 호소나 산으로 가수분해하거나 물을 가하지 않고 160-170°C로 가열 하였을 때 전분이 가용성 전분을 거쳐 여러 종류의 텍스트린으로 분해되는 것을 말한다. 호정화 과정을 거친 쌀은 떡의 제조시간과 맛, 저장성을 향상시키고(Yoon, 2005) 호정화 시간을 달리하여 제조한 레토르트 떡의 품질은 쌀을 160-170°C로 16분 가열하였을 때 떡의 품질이 향상되었으며(Yoon, 2007) 백설기에 100°C로 30분간 쪄 후에 50°C로 건조하여 만든 호화한 쌀가루를 전체 쌀가루 대비 호화쌀가루 10%를 대체 하였을 때 노화 지연 효과가 있다는 연구(Oh, 2004)등이 있었다. 그러나 쌀의 호정화 방법에 따른 떡의 저장 시 품질변화에 대한 연구는 거의 이뤄지지 않고 있는 실정이다. 따라서 본 연구에서는 떡의 종류 가운데 가장 만들기 쉽고 노화가 빠르게 일어나는 떡인 백설기를 타깃으로 하여 첨가물, 효소, 당 등을 첨가하지 않고 떡의 노화억제와 품질향상 효과가 기대되는 호정화를 통해 호정화 방법과 첨가비율에 따라 백설기의 저장 시 품질변화를 측정하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에서 백설기 제조 시 사용한 멥쌀은 2008년 경기 안성에서 수확한 경기 추청으로 농협에서 구입하여 사용하였다. 설탕은 (주)씨제이의 정맥당을 사용하였고, 소금은 한주소금(순도 98%, Korea)을 사용하였다.

호정화 방법

호정화 쌀 제조는 2가지 방법을 사용하였다. Dry oven 방법은 dry oven(BH-135C, Bio Free, Korea)을 사용하여 가열온도를 165°C로 하였고(Oh, 2004) 호정화 시간은 Yoon(2007)의 방법을 인용하여 16분간 가열건조 하여 제조 하였다. Roaster 방법은 원적외선복음술(광명기계, Korea)을 사용하여 물체온도 75°C, 속판온도 250°C로 예열한 후 dry oven 과 같은 시간 동안 가열하여 호정화시켰다. 이와 같이 만든 호정화 쌀은 식힌 후 상온 저장하며 실험에 사용하였다.

Table 1. Formulas for Backsulgi added with dextrinized rice

Composition	Content				
	0%	10%	30%	50%	100%
Nonglutinous rice flour (g)	500	450	350	250	0
Dextrinized rice flour (g)	0	50	150	250	500
Salt (g)	5	5	5	5	5
Sugar (g)	40	40	40	40	40
Water (g)	75	75	75	75	75
Total (g)	620	620	620	620	620

백설기 제조

호정화 제조방법을 달리하여 만든 호정화 쌀과 멥쌀을 각각 3회 수세 후 쌀 무게의 2배 분량의 물을 부어 12시간 수침하였다. 수침한 쌀을 30분간 체에 내려서 물을 빼고, 쌀 무게의 1%에 해당하는 소금을 넣고 roller mill (Kyung Chang Machinery, Korea)을 이용하여 각각 1회 분쇄하여 쌀가루를 만들었다. 호정화시킨 쌀을 이용한 백설기 제조의 첨가비율은 Table 1과 같다. 각각의 혼합한 쌀가루에 물을 15%첨가하여 쌀가루의 최종수분함량이 40%가 되게 조절하고 roller mill을 이용하여 다시 분쇄하였다. 2차 분쇄된 쌀가루에 설탕 8%를 첨가 혼합하고 20 mesh 체에 내렸다. 체에 내린 가루는 떡시루에 넣고 표면을 편평하게 고른 후 가로×세로×높이(2.5 cm×2.5 cm×2.5 cm)의 크기로 칼집을 내고 떡 찌는 파워스팀기(14 kw, Daechang Stainless, Korea)를 사용하여 10분간 스팀하였다(Park & Ryu, 2006). 떡 제조 후 10분간 상온에서 방치한 다음 3M 후래쉬랩을 사용하여 개별 포장 후 더블 지퍼팩에 넣고 25°C incubator에 넣고 3일간 저장하면서 시료로 사용하였다.

수분 함량 측정

호정화 쌀을 첨가한 백설기의 수분함량은 시료 2g을 얇게 썰어 적외선 수분측정기(MB45, Switzerland)로 측정하였으며 3일간 저장하면서 24시간 간격으로 시료마다 3회 반복 측정하여 평균치를 나타내었다.

물성 측정

(1) Texture profile analysis (TPA)

제조 후 25°C incubator에 저장한 백설기를 24시간 간격으로 꺼내어 조직감 변화를 Texture analyzer(CT3 10 K, Brookfield, USA)를 사용하여 texture profile analysis(TPA)로 측정하였고 실험 조건은 Table 2와 같다. 가로×세로×높이가 각각 2.5 cm인 정육면체 시료를 5회 반복 측정하여 평균값을 구하였다. TPA 분석을 통하여 각 시료의 경도(hardness), 응집성(cohesiveness), 검성(gumminess), 씹힘성(chewiness)을 측정하였다.

(2) Avrami 방정식에 의한 노화속도 측정

백설기의 저장기간에 따른 경도 변화를 Avrami 방정식(Kim et al., 1976)에 적용시켜 각각의 노화속도를 구하였다.

Table 2. Measurement conditions of Texture analyzer for TPA

Texture analyzer	Condition
Test Type	TPA
Target Type	% Deformation
Target Value (%)	60
Trigger Load (g)	6
Test Speed (mm/s)	0.5
Probe	TA2/100
Fixture	TA-SBT
sample height (mm)	25
sample width (mm)	25
sample length (mm)	25

경도의 변화로부터

$$\theta = e^{-kt^n} \tag{1}$$

θ = 일정시간 후 결정화 되지 않는 부분

k = 속도상수(rate constant)

n = 결정화 mode에 따라 1-4의 값을 갖는 Avrami 지수

t = 저장시간

$$\theta = e^{-kt^n} \tag{2}$$

$$\frac{E_L - E_t}{E_L - E_0} = e^{-kt^n}$$

E_0 = 초기(0 시간)의 경도

E_t = t 시간 경과 후의 경도

E_L = 이론적으로 도달할 수 있는 최고의 경도

식 (2)에서 자연로그와 상용로그를 취하면 다음과 같다.

$$\ln(E_L - E_t)/(E_L - E_0) = -kt^n \tag{3}$$

$$\log[-\ln(E_L - E_t)/(E_L - E_0)] = \log k + n \log t \tag{4}$$

$$\text{혹은 } \ln(E_L - E_t) = -kt^n + \ln(E_L - E_0) \tag{5}$$

Avrami 지수(n)는 log로 표시된 식 (4)에서 $\log[-\ln(E_L - E_t)/(E_L - E_0)]$ (y 축)을 $\log t$ (x 축)에 대하여 좌표로 나타낸 그래프의 기울기로 구하였고 속도상수(k)는 절편값으로, 시간 상수($1/k$)는 속도상수(k)의 역수를 사용하였다(Kim & Chung, 2007).

색도측정

백설기의 색도는 시료를 2일간 저장하면서 색차계 (HUNTER LAB ULTRASCAN PRO, USA)를 사용하여 24시간 마다 측정하였고, Hunter L*(lightness), a*(redness), b*(yellowness) 값을 각 시료별로 3회 측정하고 3회 반복 실험한 후 평균값을 나타내었다.

관능검사

관능검사는 한경대학교 식품생물공학과 대학생 및 대학원생 25명을 선정하여 실험의 목적을 설명한 후 측정하였

다. 시료의 평가는 호정화 방법에 따라 dry oven으로 만든 호정화 쌀 첨가군과 대조구등 총 5개의 시료 평가를 0-2일간 저장하면서 평가하였고 이와 마찬가지로 roaster로 만든 호정화 쌀 첨가군과 대조구등 총 5개의 시료를 동일하게 평가 하였다. 각 항목마다 평가하고자 하는 특성을 최고 9점에서 최저 1점까지 특성이 강할수록 높은 점수를 주는 9점 평점법으로 하였고 평가 항목은 전체적 기호도, 외관 기호도, 맛/향 기호도, 조직감 기호도, 단단한 정도, 쫄깃한 정도의 6단계의 항목으로 2회 반복 실험하여 평가하였다 (Im et al., 1999).

통계처리

MINITAB 프로그램을 사용하여 각 실험에서 얻은 실험 데이터의 평균과 표준편차를 계산하였고 그 결과를 비교하였다. 또한 One-Way Analysis of Variance 분석에 의해 실험데이터를 검증 하였고 상호간의 유의성을 조사하기 위하여 다중비교 방법 중 하나인 Fisher's multiple comparison 을 사용하였다(MINITAB User's Guide #2, 2000).

결과 및 고찰

수분함량

호정화 방법과 호정화 쌀가루 함량에 따른 백설기의 수분함량 결과는 Table 3과 같다. 제조 직후 대조구의 경우 38.76%이었고 dry oven 10% 첨가구는 37.87%, roaster 10% 첨가구는 37.29%로 수분함량의 차이는 크지 않았다. 또한 호정화 쌀의 첨가량이 증가함에 따라 수분함량이 증가하는 경향을 보였는데 저장에 따른 수분함량의 변화는 모든 첨가군과 대조구에서 큰 변화를 보이지 않았다. 이러한 결과는 Yoon(2007)의 연구에서 호정화 시간을 달리하여 만든 떡의 수분함량이 43.99-44.04%로 저장기간이 증가하여도 수분함량 변화가 적었다는 보고와 절대적인 수분함량은 달랐지만 경향은 유사하였다.

Table 3. The moisture content (%) of Backsulgi with dextrinized rice during storage

Making method	Storage time (day)	Moisture content (%) ¹⁾			
		0	1	2	3
Dry oven	Control	38.76	38.72	39.55	38.65
	10%	37.87	38.78	40.25	39.42
	30%	39.60	39.91	39.87	40.20
	50%	40.19	40.84	40.21	40.12
	100%	41.13	41.15	40.51	40.60
Roaster	10%	37.29	38.57	39.36	37.44
	30%	38.86	39.60	40.03	39.73
	50%	40.39	40.40	40.63	39.97
	100%	41.55	40.93	40.15	40.16

¹⁾All values are expressed as means of 3 replicates.

Table 4. Color values of *Backsulgi* with dextrinized rice stored at 25°C for 2 days

Storage time (day)	Making method	Content	Color values ¹⁾		
			L	a	b
0	Dry oven	Control	87.74 ^d	-0.98 ^b	6.34 ^a
		10%	86.96 ^{bc}	-0.95 ^a	6.31 ^a
		30%	87.11 ^{bc}	-0.80 ^b	6.70 ^b
		50%	87.39 ^{ac}	-0.64 ^{bc}	7.24 ^{bc}
		100%	86.34 ^{bd}	-0.35 ^{bd}	7.91 ^{bd}
	Roaster	10%	87.94 ^a	-0.97 ^a	6.44 ^a
		30%	87.80 ^a	-0.91 ^b	6.53 ^a
		50%	87.56 ^a	-0.85 ^{bc}	6.88 ^b
		100%	86.35 ^b	-0.78 ^{bd}	7.48 ^{bc}
		1	Dry oven	Control	87.43 ^a
10%	86.94 ^{ac}			-0.92 ^a	6.11 ^a
30%	86.79 ^{bc}			-0.79 ^b	6.52 ^b
50%	87.19 ^{ac}			-0.63 ^{bc}	7.00 ^{bc}
100%	86.41 ^{bc}			-0.35 ^{bd}	7.82 ^{bd}
Roaster	10%		87.70 ^a	-0.96 ^a	6.20 ^{bc}
	30%		87.66 ^a	-0.89 ^b	6.30 ^{bc}
	50%		87.29 ^a	-0.84 ^{bc}	6.70 ^{bc}
	100%		86.09 ^b	-0.77 ^{bd}	7.26 ^{bc}
	2		Dry oven	Control	87.12 ^a
10%		86.80 ^a		-0.88 ^a	5.92 ^a
30%		86.47 ^a		-0.76 ^b	6.34 ^b
50%		87.00 ^a		-0.63 ^{bc}	6.75 ^{bc}
100%		86.47 ^a		-0.35 ^{bd}	7.71 ^{bd}
Roaster		10%	87.46 ^a	-0.94 ^a	5.96 ^{ac}
		30%	87.52 ^a	-0.87 ^b	6.10 ^{bc}
		50%	87.01 ^a	-0.83 ^b	6.51 ^{bd}
		100%	85.82 ^b	-0.76 ^{bc}	7.04 ^{bc}

1) All values are expressed as means of 3 replicates.

색 도

호정화 쌀을 첨가한 백설기의 색을 측정된 결과는 Table 4와 같다. 백설기의 명도를 나타내는 L값은 제조 직후 대조구가 87.74였고 호정화 쌀 첨가군의 경우 86.35-87.94의 범위로 대조구와는 큰 차이는 없었다. 또한 저장동안의 모든 실험군의 L값은 다소 감소하는 경향을 보였으나 큰 차이를 보이지 않았다. 적색도를 나타내는 a값은 제조 직후 대조구가 -0.98로 가장 낮게 나왔으며 호정화 쌀의 첨가량이 증가할수록 높은 값을 나타내었다. 특히 dry oven으로 만든 첨가군의 a값이 roaster로 만든 첨가군보다 높게 나타났는데 이와 같은 결과는 열풍건조 시 발생하는 쌀 표면의 갈변현상에 기인한다고 사료된다. 황색도를 나타내는 b값은 대조구에 비해 첨가군들의 값이 호정화 쌀의 첨가량이 증가함에 따라 다소 증가하는 경향을 보였고 특히 dry oven으로 만든 호정화 쌀 첨가군이 roaster로 만든 첨가군보다 높은 값을 나타내었다. 이와 같은 결과는 Yoon(2005)의 연구결과와 유사하였는데 그 이유는 쌀을 가열 처리 시 일부가 갈변화 되어 L값은 낮아지고 a, b값이 높게 측정된 것

Table 5. Instrumental characteristics of *Backsulgi* with dextrinized rice by dry oven

Characteristics	Content	Storage time (day)			
		0	1	2	3
Hardness	Control	1680 ^{a1)}	2993 ^a	3210 ^a	3888 ^a
	10%	1546 ^{ac}	2460 ^b	3197 ^a	3423 ^{ac}
	30%	1447 ^{bc}	2249 ^b	2998 ^{ac}	3197 ^{bc}
	50%	1391 ^{bc}	2088 ^b	2465 ^{bc}	2856 ^{bc}
	100%	1368 ^{bc}	2039 ^b	2075 ^b	2459 ^{bd}
	Cohesiveness	Control	0.42 ^a	0.23 ^a	0.14 ^a
10%		0.38 ^b	0.21 ^a	0.15 ^a	0.06 ^b
30%		0.39 ^b	0.24 ^{ac}	0.15 ^a	0.07 ^b
50%		0.38 ^b	0.23 ^a	0.14 ^a	0.08 ^b
100%		0.38 ^b	0.24 ^{ad}	0.14 ^a	0.09 ^b
Gumminess		Control	675 ^a	677 ^a	465 ^a
	10%	586 ^{ac}	518 ^{bc}	490 ^a	229 ^a
	30%	560 ^{bc}	553 ^{ac}	481 ^a	241 ^a
	50%	579 ^{ac}	588 ^{ac}	588 ^a	263 ^a
	100%	525 ^{bc}	466 ^{bc}	370 ^{ab}	209 ^a
	Chewiness	Control	249 ^a	361 ^a	232 ^a
10%		233 ^a	292 ^{ac}	266 ^a	121 ^{ac}
30%		224 ^a	332 ^{ac}	296 ^a	141 ^{ac}
50%		232 ^a	353 ^{ac}	353 ^a	158 ^{ac}
100%		263 ^a	259 ^{bc}	222 ^{ab}	104 ^{bc}

¹⁾All values are expressed as means of 5 replicates.

으로 생각된다. 또한 dry oven으로 만든 호정화 쌀을 첨가한 백설기의 색이 roaster로 만든 백설기의 색보다 a, b값이 높게 나와 누런빛을 더 띄는데 이것은 호정화 쌀을 제조 시 roaster의 경우 회전하며 쌀을 볶아주기 때문에 가열을 골고루 받아 갈변현상이 적게 일어난 것이라 생각된다.

Texture 변화

(1) Texture profile analysis(TPA)

호정화 방법과 호정화 쌀가루 첨가량을 달리하여 제조한 백설기를 25°C로 0-3일간 저장하면서 측정된 texture profile의 결과는 Table 5와 6과 같다. Dry oven으로 만든 호정화 쌀 첨가 백설기의 경우 경도(hardness)는 제조직후 대조구가 1680으로 가장 높은 값을 나타내었으며 호정화 쌀 첨가량이 증가 할수록 감소하는 경향을 보였다. 저장에 따라 대조구와 첨가군 모두 경도가 증가하였는데 호정화 쌀 100%로 만든 백설기의 경우 3일 저장 후 경도는 2459로 대조구의 3888에 비해 크게 감소되어 호정화 쌀로 만든 백설기는 저장 시 노화가 억제됨을 알 수 있었다. Roaster로 만든 호정화 쌀 첨가 백설기의 경우 제조 직후 호정화 쌀의 첨가량이 증가함에 따른 경도의 변화는 크지 않았다. 또한 대조구와 첨가군 모두 저장에 따라 노화에 의한 경도의 증가를 보였는데 호정화 쌀의 함량이 30% 이상일 경우 3일 저장 후 경도의 값은 큰 변화가 없었다. 3일 저장 후 호정화 쌀 100%로 만든 백설기의 경우 3일

Table 6. Instrumental characteristics of *Backsulgi* with dextrinized rice by roaster

Characteristics	Content	Storage time (day)			
		0	1	2	3
Hardness	Control	1680 ^{a1)}	2993 ^a	3210 ^a	3888 ^a
	10%	1875 ^a	2980 ^a	3356 ^a	3584 ^{ac}
	30%	1663 ^a	2424 ^b	3045 ^a	3192 ^{bc}
	50%	1743 ^a	2337 ^b	2997 ^a	3025 ^b
	100%	1778 ^a	2322 ^b	2981 ^a	3075 ^{bc}
	Cohesiveness	Control	0.42 ^a	0.23 ^a	0.14 ^a
	10%	0.34 ^b	0.22 ^a	0.12 ^{ac}	0.08 ^a
	30%	0.44 ^a	0.22 ^a	0.11 ^{bc}	0.07 ^a
	50%	0.44 ^a	0.22 ^a	0.11 ^{bc}	0.08 ^a
	100%	0.35 ^b	0.21 ^a	0.16 ^{cd}	0.08 ^a
Gumminess	Control	675 ^a	677 ^a	465 ^a	318 ^a
	10%	742 ^a	651 ^{ac}	400 ^{ac}	304 ^a
	30%	729 ^a	529 ^{ad}	333 ^{ac}	240 ^a
	50%	768 ^a	515 ^{bcd}	303 ^{bc}	250 ^a
	100%	624 ^a	483 ^{bd}	432 ^{ac}	278 ^a
	Chewiness	Control	249 ^a	361 ^a	232 ^a
10%		297 ^a	379 ^a	234 ^a	157 ^a
30%		324 ^a	265 ^{bc}	189 ^a	120 ^a
50%		433 ^a	309 ^{ac}	196 ^a	150 ^a
100%		332 ^{ab}	290 ^{ac}	302 ^a	167 ^a

¹⁾All values are expressed as means of 5 replicates.

저장 후 경도는 3075로 대조구의 3888에 비해 감소하였으나 dry oven에 비해 감소 폭은 작았다. 따라서 노화에 의한 경도의 감소에는 dry oven으로 만든 호정화 쌀이 더욱 효과적임을 알 수 있었다. 이러한 결과는 Oh & Kim(2003)의 제조직후 가공쌀가루 함량이 증가할수록 낮게 나타나고 대조구의 경도가 가장 높았으며 저장 3일째 20%, 30% 대체구의 경도가 대조구보다 유의적으로 낮은 값을 나타냈다는 결과와 유사하였다. 응집성(cohesiveness)은 dry oven과 roaster 방법간의 대조구와 첨가군 간의 큰 차이를 보이지 않았고 대체적으로 호정화 쌀의 함량이 증가할수록 응집성이 약간 감소하는 경향을 보였고 저장일수가 증가할수록 응집성은 큰 폭으로 감소하였다. 검성(gumminess)은 dry oven으로 만든 호정화 쌀 첨가군의 경우 제조직후 대조구가 675로 가장 높은 값을 보였고, 호정화 쌀의 첨가량이 증가함에 따라 감소하는 경향을 보였다. 또한 저장기간이 길어질수록 대조구와 첨가군의 검성은 감소하였다. Roaster로 만든 호정화 쌀 첨가 백설기의 경우 dry oven과 비슷한 경향을 보였는데 100% 호정화 쌀의 경우 3일 저장 후의 검성은 roaster 방법이 dry oven 방법보다 큰 값을 보였다. 씹힘성(chewiness)은 제조직후 dry oven으로 만든 호정화 쌀 첨가군과 대조구간의 차이는 크지 않았고 저장 1일째 모든 실험군의 씹힘성이 증가하였다가 저장 2일 이후로 감소하여 저장 3일째의 씹힘성이 가장 적었다. 또한 호정화 쌀의 첨가는 씹힘성의 감소를

Table 7. Comparison of the Avrami exponents, rate constants and time constants of *Backsulgi* with dextrinized rice

Making method	Content	Avrami exponent (n)	Rate constant (days ⁻ⁿ) (k)	Time constant (days ⁿ) (1/k)
Dry oven	Control	0.93 ¹⁾	0.147	6.82
	10%	0.73	0.102	9.82
	30%	0.79	0.089	10.29
	50%	0.71	0.069	14.47
	100%	0.42	0.066	15.24
Roaster	10%	0.43	0.125	7.99
	30%	0.70	0.086	11.69
	50%	0.78	0.069	14.59
	100%	0.87	0.063	15.98

¹⁾All values are expressed as means of 3 replicates.

가져왔다. Roaster로 만든 호정화 첨가 백설기는 제조직후 호정화 쌀의 첨가군이 대조구에 비해 큰 값을 보였고 저장에 따른 변화는 dry oven과 비슷한 경향을 보였다. 저장 3일 후 roaster 호정화 100% 첨가구의 씹힘성이 dry oven 100% 첨가구에 비해 큰 값을 보여 저장에 따른 씹힘성의 저하는 roaster에 의해 제조한 호정화 쌀로 만든 백설기가 적었다. 이러한 결과는 가공쌀가루를 대체한 연구(Oh & Kim, 2003; Oh, 2004)와 첨가물을 첨가한 연구(Ryu et al., 2007; Cho, 2007)의 결과와 일치하였다. 따라서 호정화 쌀의 첨가는 저장에 따른 노화를 억제하는 효과가 있어 경도 증가를 감소시키지만 다른 조직감의 변화는 크게 변화시키지 않음을 알 수 있었다.

(2) Avrami 방정식에 의한 노화 특성

호정화 방법과 호정화 쌀가루 첨가량을 달리하여 제조한 백설기의 노화 정도를 알기 위해 3일간 저장하면서 경도의 변화를 Avrami 방정식에 적용하여 Avrami 지수(n), 속도상수(k), 시간상수(1/k)를 구하여 Table 7에 나타내었다. Avrami 지수(n) 값은 결정화 즉 결정핵 형성시간 및 결정체 형성속도 상수에 의존하는 복합된 값으로서 그 수치가 1에 근접하는데 이 경우는 전분 결정화 과정에서 결정핵이 생성된 후 결정이 성장, 노화가 바로 진행됨을 의미한다(Choi & Shin, 1996). 백설기의 Avrami 지수는 대조구의 경우 0.93으로 가장 높은 값을 보였고 첨가군의 경우 0.42-0.87 범위의 값으로 대조구보다 낮은 값을 보여 호정화 과정을 통해 전분이 변성되어 결정핵의 생성과 성장이 다르게 나타남을 알 수 있다. 속도상수(k)는 노화속도를 나타내는데 상수 값이 크다는 것은 전분 입자의 탈수 현상이 빠르게 진행되고 있음을 의미하며 탈수가 일어나면서 결정화가 일어나고 이 결정화는 곧 전분 입자의 노화를 촉진한다(Shin et al., 2006). 시간상수(1/k)는 속도상수(k)의 역수를 사용하는데 이는 노화속도를 의미하는데 값이 클수록 노화가 천천히 일어남을 의미한다. 대조구의 시간상수 값은 6.82로 가장 낮은 값을 보였고 호정화 쌀의 첨가량이 증가함에 따라 점차적으로 높아져 100% 첨가구의 경우

Table 8. Sensory characteristics of *Backsulgi* with different ratio of dextrinized rice by dry oven

Storage time (day)	Content	Sensory characteristics					
		overall quality	appearance	taste/ flavor	texture	hardness	chewiness
0	Control	6.00 ^{a1)}	6.54 ^a	5.70 ^a	6.25 ^a	5.75 ^a	6.33 ^a
	10%	5.37 ^a	5.87 ^{ac}	5.33 ^a	5.33 ^{ac}	5.95 ^a	6.04 ^a
	30%	5.33 ^a	5.62 ^{ac}	5.22 ^a	5.10 ^{bc}	5.95 ^a	6.12 ^a
	50%	5.08 ^a	4.83 ^{bc}	4.75 ^a	5.00 ^{bc}	4.20 ^b	4.70 ^b
	100%	3.83 ^b	4.16 ^b	3.62 ^b	4.20 ^{bc}	3.66 ^b	3.75 ^{bc}
1	Control	3.80 ^a	4.56 ^a	4.20 ^a	6.72 ^a	6.72 ^a	3.56 ^a
	10%	3.56 ^a	4.68 ^a	3.88 ^a	6.92 ^a	6.92 ^a	3.76 ^a
	30%	5.20 ^b	4.98 ^a	5.02 ^a	4.87 ^b	6.55 ^a	4.86 ^a
	50%	5.72 ^b	5.32 ^a	4.92 ^a	4.40 ^b	4.40 ^b	4.76 ^a
	100%	4.92 ^b	4.92 ^a	4.44 ^a	4.40 ^b	4.44 ^b	4.04 ^a
2	Control	3.48 ^a	5.08 ^a	4.20 ^a	3.60 ^a	7.04 ^a	2.88 ^a
	10%	3.20 ^a	5.04 ^{ac}	4.08 ^a	3.36 ^a	7.28 ^a	2.64 ^a
	30%	4.55 ^a	5.17 ^{ac}	4.00 ^a	3.56 ^a	7.30 ^a	3.88 ^a
	50%	3.72 ^a	4.12 ^{ac}	3.80 ^a	3.00 ^a	5.24 ^b	3.32 ^a
	100%	6.68 ^b	3.84 ^{bc}	3.76 ^a	3.20 ^a	5.80 ^b	3.00 ^a

¹⁾All values are means of duplicated tests.

dry oven의 15.24와 roaster의 15.98의 값을 보여 대조구에 비해 2배 이상 노화가 지연되었다. Avrami 방정식에 의한 시간상수 값은 long term의 저장 시 노화속도를 예측할 수 있는데 표7에서 보는 바와 같이 30% 이상의 첨가할 경우 노화억제에 유의적인 효과가 있음을 알 수 있었다. 호정화 방법에 따른 속도상수와 시간상수의 차이는 크지 않았다.

관능검사

호정화 방법과 첨가량을 달리하여 제조한 백설기를 2일간 상온 저장하면서 관능검사를 실시한 결과는 Table 8, 9와 같다. Dry oven으로 만든 호정화 쌀 첨가 백설기의 경

우(Table 6) 전반적 품질 기호도(overall quality)는 당일 제조 시 대조구가 6.00으로 가장 높았고 호정화 쌀의 첨가량이 증가할수록 낮아지는 경향을 보였으나 50% 첨가까지는 유의적인 차이는 없었다. 그러나 100% 첨가구는 3.83으로 유의적으로 낮아 전체적인 품질 기호도는 가장 낮았다. 제조 직후 호정화 쌀 첨가량이 증가 할수록 기호도가 떨어지는 이유는 백설기 색도 결과에서 나타난 바와 같이 dry oven 방법으로 호정화 쌀을 만들 경우 갈변현상으로 기호도가 낮아진 것이라 사료된다. 외관 기호도는 제조 직후 대조구가 가장 높은 값을 보였고 호정화 쌀 첨가량이 증가하면서 감소하였는데 이와 같은 결과는 전체적인 품질 기

Table 9. Sensory characteristics of *Backsulgi* with different ratio of dextrinized rice by roaster

Storage time (day)	Content	Sensory characteristics					
		overall quality	appearance	taste/flavor	texture	hardness	chewiness
0	Control	6.00 ^{a1)}	6.54 ^a	5.70 ^a	6.25 ^a	5.75 ^a	6.33 ^a
	10%	5.81 ^a	5.57 ^a	5.76 ^a	5.95 ^{ac}	5.43 ^a	6.05 ^a
	30%	5.23 ^a	6.00 ^a	5.71 ^a	5.00 ^{bc}	5.38 ^a	5.81 ^a
	50%	6.29 ^a	6.38 ^a	6.05 ^a	6.14 ^a	5.24 ^a	5.76 ^a
	100%	5.38 ^a	6.48 ^a	5.62 ^a	6.24 ^{ad}	4.86 ^a	6.14 ^a
1	Control	3.80 ^a	4.56 ^a	4.20 ^a	6.72 ^a	6.72 ^a	3.56 ^a
	10%	5.33 ^{bc}	6.47 ^b	5.19 ^{bc}	5.33 ^b	5.29 ^{bc}	5.05 ^{bc}
	30%	4.48 ^{ac}	6.05 ^b	5.29 ^{bc}	4.14 ^{bc}	5.33 ^{bc}	4.10 ^{ac}
	50%	5.19 ^b	6.57 ^b	5.57 ^{bc}	4.67 ^b	5.95 ^{ac}	4.48 ^{ac}
	100%	5.43 ^b	6.47 ^b	5.29 ^{bc}	5.00 ^b	4.86 ^b	5.05 ^{bc}
2	Control	3.48 ^a	5.08 ^a	4.20 ^a	3.60 ^a	7.04 ^a	2.88 ^a
	10%	3.95 ^a	5.14 ^a	4.62 ^a	3.47 ^a	6.76 ^a	3.81 ^a
	30%	3.10 ^a	5.52 ^a	4.00 ^a	2.76 ^a	6.14 ^a	3.05 ^a
	50%	3.48 ^a	5.14 ^a	3.76 ^a	3.10 ^a	6.43 ^a	3.00 ^a
	100%	3.76 ^a	5.91 ^a	4.33 ^a	3.76 ^a	6.43 ^a	3.38 ^a

¹⁾All values are means of duplicated tests.

호도와 마찬가지로 백설기의 갈변 현상의 영향을 받은 것이라 보인다. 저장 1일 후 30% 이상의 첨가군에서 대조구보다 유의적으로 높은 전체적인 품질 기호도를 나타냈는데 1일 저장 후에는 노화현상에 의한 떡의 경화로 기호도가 크게 감소하는 것으로 보이며 호정화 쌀 30% 이상의 첨가는 떡의 경화정도를 낮춰줌으로써 전체적인 품질 기호도를 상승시킨 것으로 사료된다. 저장 2일째는 100% 첨가구의 전체적인 품질 기호도가 가장 높았으며 나머지 실험군간의 차이는 적었다. 이와 같은 결과는 상온 저장 2일째는 노화가 상당 부분 진행되어 관능적으로 대조구와 첨가군간의 품질차이를 식별해 내지 못했음을 의미하며 100% 첨가구에서만 품질 차이를 식별해 냈음을 의미한다. 외관의 경우 호정화 쌀의 첨가량이 증가할수록 기호도가 감소하였는데 이러한 경향은 저장일수가 증가하여도 같은 경향을 보였다. 이와 같은 결과는 dry oven 방법으로 제조한 호정화 쌀의 갈변화 현상에 기인한 것으로 사료된다. 맛과 향의 기호도는 호정화 쌀의 첨가량이 증가함에 따라 다소 감소되는 경향을 보였는데 dry oven으로 호정화 쌀을 만들 때 열을 골고루 받지 못해 일부 호정화 쌀의 탄 맛이 생겨 맛과 향의 변화가 발생하였기 때문으로 여겨진다. 조직감, 단단한 정도, 씹힘성 등은 제조직후 대조구가 높은 값을 보였고 호정화 함량이 증가할수록 낮은 값을 보였는데 특히 50% 이상의 첨가구에서 유의적으로 낮은 값을 보여 관능적으로 우수한 결과를 보였다. 이러한 평가는 기계적인 평가에 의한 경도 및 씹힘성의 감소와 같은 결과였다. Roaster로 만든 호정화 쌀의 경우(Table 9)는 원적외선 볶음솥을 이용하여 열이 골고루 전달되어 갈변화 현상이 거의 일어나지 않아 dry oven으로 만든 백설기와 달리 제조직후 전체적인 품질 기호도와 외관에서 대조구와 첨가군사이의 유의적인 차이가 없었고 경도는 호정화 쌀의 함량이 증가함에 따라 감소하는 경향을 보였으나 유의적인 차이는 없었다. 저장 1일 후에는 호정화 쌀 첨가량이 증가함에 따라 전체적인 품질 기호도와 외관이나 맛과 향 기호도 등의 항목에서 증가하는 경향을 보였다. 특히 10% 이상의 첨가구에서 유의적으로 높은 기호도를 보였다. 조직감과 경도는 10% 이상 첨가 시 유의적으로 낮은 값을 보였다. 저장 2일 후에는 dry oven과 마찬가지로 대조구와 첨가군간의 기호도 차이는 적었다. 따라서 관능적인 검사로는 저장 1일째 시료간의 차이를 식별 가능하여 기호도 차이가 두드러졌으나 저장 2일 후에는 관능적인 차이를 식별하기가 어려워짐을 알 수 있었다. 다만 앞서 제시한 저장 및 첨가량에 따른 기계적인 조직감 변화 결과와 유사한 경향을 보임을 알 수 있었다.

요 약

본 연구에서는 호정화 방법을 달리하여 만든 호정화 쌀

을 이용 멥쌀가루를 대체하여 첨가비율을 달리한 백설기를 제조하고 품질특성을 살펴보았다. 수분함량은 호정화 방법과는 상관없이 호정화 쌀의 첨가량이 증가할수록 높아지는 경향을 보였으며 저장동안에 큰 변화는 없었다. 백설기의 명도를 나타내는 L값은 대조구와 10-50% 첨가군간의 유의적인 차이는 없었으나 100% 첨가구만 다소 낮은 값을 보였다. a값과 b값은 호정화 쌀의 첨가량이 증가함에 따라 높아졌는데 특히 dry oven으로 제조한 호정화 쌀의 첨가군에서 증가폭이 컸다. 이는 dry oven 방법으로 만든 호정화 쌀의 갈변화 현상이 roaster 방법보다 큼을 알 수 있었다. Texture analyzer를 사용한 기계적 물성 측정 결과 경도(hardness), 응집성(cohesiveness), 검성(gumminess), 씹힘성(chewiness)은 호정화 방법에 상관없이 첨가량이 증가할수록 감소하는 경향을 나타내었고 경도가 대조구보다 낮은 값을 보여 단단함이 적었지만 씹힘성은 감소하였다. 전체적으로 dry oven 방법에 의한 호정화 쌀의 첨가가 노화로 인한 경도 증가를 감소시키는데 좀더 효과적임을 알 수 있었다. Avrami 방정식에 의한 노화특성의 시간상수(1/k) 값은 호정화 쌀의 첨가량이 증가할수록 증가하여 노화 억제에 호정화 쌀의 첨가가 효과가 있음을 보여주었다. 관능검사 결과는 제조직후에는 대조구와 첨가군간의 유의적인 기호도 차이는 적었으나 저장 1일 후에는 호정화 쌀의 첨가로 인해 전체적인 품질 기호도가 증가하고 경도도 감소하는 등의 긍정적인 효과를 나타내었다. 이상의 연구를 통해 호정화시킨 쌀의 첨가는 저장 시 떡의 노화를 억제하는 효과가 있음을 알 수 있었으며 호정화 방법으로는 쌀의 갈변 현상을 최소화한 roaster 방법이 좀더 우수한 것으로 판명되었고 호정화 쌀의 첨가량은 30% 정도가 효과적인 비율임을 알 수 있었다.

감사의 글

본 연구는 2008년 중소기업 산학협력지원사업의 산학협력실 지원사업에 의해 이루어진 결과의 일부이며, 이에 감사드립니다.

참고문헌

- Choi CR, Shin MS. 1996. Effects of sugars on the retrogradation of rice flour gels. Korean J. Food Sci. Technol. 28: 904-909.
- Cho KR. 2007. Quality characteristics of *backsulgi* with germinated brown rice flour. Korean J. Food & Nutr. 20: 185-194.
- Im JS, Park KJ, Kum JS. 1999. Changes in physicochemical properties of korean rice cake subjected to microwave-drying. Korean J. Food Sci. Technol. 31: 631-637.
- Kang IH. 1997. The rice cake and sweets of korea. Daehan Corp., Seoul, Korea, pp. 1-4.
- Kim HY, Kwang SN. 2008. Effect of trehalose on the shelf-life of *backsulgies*. Korean J. Food Cookery Sci. 24: 912-918.

- Kim SK, Ciacco CF, D'Appolonia BL. 1976. A research note kinetic study of retrogradation of cassava starch-gels. *J. Food Sci.* 41: 289-293.
- Kim KO, Yoon KH. 1984. Effects of hydrocolloids on quality of *baeksulgi*. *Korean J. Food Sci. Technol.* 16: 159-164.
- Kim SS, Chung HY. 2007. The texture and descriptive sensory characteristics of a korean rice cake(*karedduk*) with added emulsifier. *Korean J. Food & Nutr.* 20: 427-432.
- Kim SS, Chung HY. 2009. Quality characteristics of a korean rice cake (*karedduk*) with mixture of trehalose and modified starch by using response surface methodology. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 38: 377-383.
- Kim SS, Chung HY. 2007. Effects of carbohydrate materials on retarding retrogradation of a korean rice cake (*karedduk*). *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 36: 1320-1325.
- Kim YA, Yoo JN. 2001. Effect of oligosaccharide addition on gelatinization and retrogradation of *baeksulgies*. *Korean J. Soc. Food & Cookery Sci.* 17: 66-74.
- Koh BK. 1999. Development of the method to extend shelf life of *baeksulgie* with enzyme treatment. *Korean J. Soc. Food. Sci.* 15: 533-538.
- Kweon SY, Kim JM, Kim JG. 2007. A study on the quality characteristics of *sulgidduk* prepared with soyflour. *J. East Asian Soc. Dietary Life* 17: 118-124.
- MINITAB User's Guide #2. 2000. Data analysis and quality tool. Minitab Inc. USA.
- Oh MH. 2004. A comparative study of the retrogradation and rheology of *baeksulgi* with nutriprotein and gelatinized rice powder. *J. East Asian Soc. Dietary Life* 14: 370-378.
- Oh MH, Kim KJ. 2003. Effect of process rice flour on the sensory and mechanical characteristics of *baeksulgi* by storage time and temperature. *Korean J. Soc. Food Cookery Sci.* 19: 34-45.
- Park JY, Ryu GH. 2006. Effect of steaming pressure and time and storage period on quality characteristics of *baeksulgi*. *Korean J. Food Preserv.* 13: 174-179.
- Ryu MN, Kim HR, Seog EJ, Lee HJ. 2007. Quality characteristics of *baikseolgi* made with hovenia dulcis. *Food Eng. Prog.* 11: 161-166.
- Shin MS. 1995. Effects of amylose and amylopectin on the retrogradation of starch. *J. Home Economics Research* 5: 57-65.
- Shin WC, Park HJ, Song JC. 2006. Optimization of modified starches on retrogradation of korean rice cake (*garaeduk*). *Korean J. Food & Nutr.* 19: 279-287.
- Song JC, Park HJ. 2003. Effect of starch degradation enzymes on the retrogradation of a korean rice cakes. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 32: 1262-1269.
- Yoo AR, Lee HG. 1984. A study of the physical characteristics of *baeksulgi* by the amount of water and some kinds of sweeteners. *J. Korean Soc. Food Nutr.* 13: 381-388.
- Yoon SJ. 1999. Sensory and quality characteristics of pumpkin rice cake prepared with different amounts of pumpkin. *Korean J. Soc. Food Sci.* 15: 586-590.
- Yoon SJ. 2005. Manufacturing process for fusion rice cake having characteristics in extended preservation period. Korea patent 10-2005-0096819.
- Yoon SJ. 2007. Quality characteristics of retort *tteok* (korean rice cake) prepared with various dextrinization time. *Korean J. Food Sci. Technol.* 39: 260-265.