

효소처리와 트레할로스를 첨가한 백설기의 품질 특성 변화 연구

이은숙 · 두화진 · 김용노¹ · 심재용*

한경대학교 식품생물공학과 및 식품생물연구소

¹서울대학교 바이오시스템소재학부

A Study on the Quality Characteristics of *Backsulgi* Prepared with Combined Treatment of Enzyme and Trehalose

Eun-Suk Lee, Hwa-Jin Doo, 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

This study was to investigate the combined effect of enzyme and trehalose addition on the retrogradation rate and quality changes in a Korean traditional rice cake, *Backsulgi*. As for the enzyme, a commercial maltogenic amylase, Novamyl, was used. From texture profile analysis and sensory tests, the optimum enzyme content for the preparation of *Backsulgi* was determined to be 0.1%. *Backsulgi* was prepared with the fixed content of Novamyl (0.1%) and different ratios (5, 10, 15%) of trehalose, and physicochemical and sensory properties were examined for 3 days of storage at 25°C. As trehalose content increased, the water activity of *Backsulgi* decreased. In Hunter's color value, L- and a-values of trehalose-added samples were significantly lower than those of control. In texture profile analysis, hardness of *Backsulgi* decreased with trehalose content. During storage, a increase in hardness and a decrease in cohesiveness were typically observed for all samples. However, those changes were significantly reduced with trehalose content. The retardation of retrogradation with the enzyme and trehalose addition was confirmed using calculated Avrami rate and time constants. These results revealed that combined treatments of 0.1% Novamyl and 10% trehalose could produce *Backsulgi* of better sensory quality with retarded retrogradation compared to separated treatment.

Key words: enzyme, trehalose, retrogradation, texture properties, sensory characteristics.

서 론

떡은 멥쌀이나 찹쌀, 잡곡 등을 가루 내어 찌거나 삶거나 기름에 지져 만든 음식(Yim & Kim, 1988)을 말하며 한국의 식생활문화 속에 오랜 세월을 거쳐 전해 내려온 전통음식이다. 찌는 떡은 쌀이나 찹쌀을 물에 담갔다가 가루로 만들어 시루에 넣은 후 증기를 올려 익히는 것으로 그 중에서도 백설기는 멥쌀가루에 소금 간을 하여 시루에 찌낸 쪄 없는 떡으로 흰무리라고도 하며, 아무것도 섞지 않은 순수한 것으로 빛이 희기 때문에 신성한 의미로 여겨져

의례행사의 필수 음식으로 꼽혀 왔다(Ryu et al., 2008; Lee & Kim, 1986). 그러나 떡은 저장과정 중에 노화가 발생하여 상품성을 저하시키고 제품의 식미적 기호도를 급격히 떨어뜨리게 하는 등 많은 문제점을 가지고 있다. 이것은 떡이 전분의 호화 과정을 거쳐 제조되기 때문에 많은 수분을 함유하고 있어 보존 과정 중 건조와 아울러 전분의 노화에 의하여 경도가 높아지며 맛이 떨어지고 소화율이 감소되는 결점이 있을 뿐 아니라 미생물이 발육하여 먹을 수 없게 되는 단점이 있다(Lee & Kim, 2002). 전분은 직선상의 분자구조를 갖는 amylose와 가지가 많은 분자구조로 이루어진 amylopectin으로 구성되어 있어 물과 함께 가열하게 되면 분자간의 결합이 약해지면서 투명한 고질상태를 형성한다. 이러한 현상에 의해 호화가 일어나는데 호화된 전분을 저장하면 시간이 경과함에 따라 위 전분 분자들의 부분적 재결정화에 의해 경도가 증가하는 물리적 변화가 일어난다. 전분의 노화(retrogradation)는 전분 내의 amylose와

Corresponding author: Jae-Yong Shim, Department of Food & Biotechnology, Hankyong National University, Ansong city, Kyonggi-do, 456-749, Korea

Tel: +82-31-670-5158; Fax: +82-31-677-0990

E-mail: jyshim@hknu.ac.kr

Received April 26, 2010; revised August 2, 2010; accepted August 3, 2010

amylopectin의 조성, 전분의 종류, pH, 수분함량, 저장온도, 첨가물 등에 의해 영향을 받으며, 제품의 저장 중 품질저하를 야기시킨다(Oh & Kim, 2003; Koh, 1999; Park et al., 2003). 이러한 저장 중 떡의 노화 억제와 품질저하에 관한 문제를 해결하기 위해 당알콜류(Kim & Yoon, 2004), 유화제(Kim & Chung, 2007b; Shin et al., 2001), 식이섬유(Choi & Kim, 1992; Choi & Kim, 1993), 검류(Kang et al., 2006), 효소(Choi et al., 2003), 당류(Yoo & Lee, 1984; Kim & Chung, 2007c) 등을 첨가하여 노화를 지연시키고자 하는 연구가 많이 진행되었다. 특히 α -amylase와 같은 전분분해 효소는 전분 고분자를 가수분해하여 분자간의 재결합과 수분의 유리를 방지하고 분자 간 응집현상을 억제하기 때문에 전분의 노화를 지연시킬 수 있다는 보고가 있다(Song & Park, 2003a).

당류물질에는 올리고당, 트레할로스, 미분당, 사이클로덱스트린 등이 있는데 올리고당을 떡에 첨가한 Son et al.(1997)의 연구에서는 당 농도가 증가할수록 저장 중 조직감의 변화가 감소하여 관능적 품질의 안정화에 효과를 보였다. 또한 트레할로스의 첨가는 떡의 경도를 감소시키고 응집성, 부착성 및 단맛을 증가시키며, 전분노화 억제 효과가 있는 것으로 알려져 있다(Kim & Chung, 2009). 현재까지 떡의 노화억제에 관련된 연구들은 단일 처리 방법을 이용한 연구가 대부분이었고 효소처리와 당의 첨가에 의한 떡의 노화억제에 관련한 연구는 미비한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 떡의 노화억제에 효과적인 것으로 검색된 여러 가지 물질 중에(Kim et al., 2005) 효소(Novamyl)와 당류물질인 트레할로스를 첨가하여 떡의 노화억제 및 품질향상에 두 가지 처리가 미치는 상승효과를 알아보려고 하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용된 멥쌀은 2008년 경기도 안성에서 수확된 추정품종을 안성농협에서 구입하여 사용하였고, 설탕은 씨제이제일제당(주)(서울, 대한민국)의 정맥당, 소금은 한주소금을 사용하였다. 사용된 효소는 *Bacillus sp.*에 의해 제조된 내열성 bacterial maltogenic amylase(Novamyl, 1500 MANU/g, Novo-disk, Denmark)를 사용하였으며 트레할로스(trehalose)는 (주)삼양제넥스(인천, 대한민국)에서 구입하여 사용하였다.

백설기 제조

백설기를 만드는 방법은 Fig. 1에 제시하였다. 우선 멥쌀을 3회 수세하고 12시간 수침한 후 30분 동안 체에서 물기를 제거하고 쌀가루 중량 대비 1%의 소금을 첨가하여 roller-mill로 2회 제분하였다. 예비실험으로 Novamyl을 첨가한 백설기 제조는 쌀가루 500 g에 물에 희석시킨

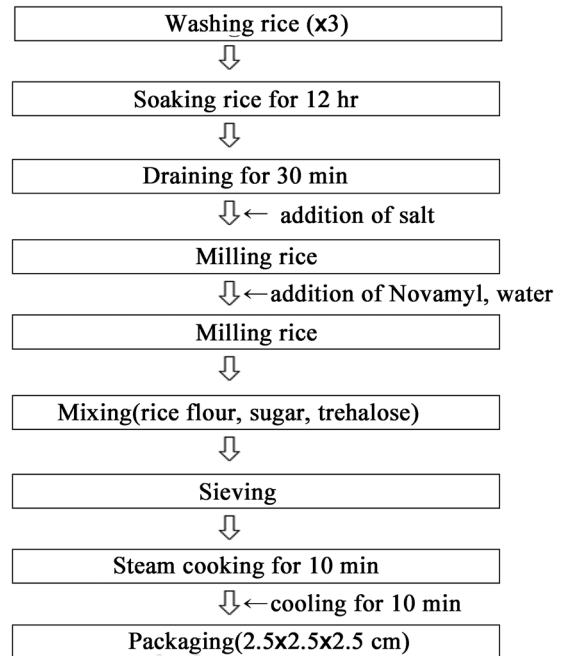


Fig. 1. Preparation procedure for *Backsulgi*.

Novamyl 용액(0.05%, 0.1%, 0.5%, w/w)을 쌀가루 중량 대비 15% 만큼 첨가하여 잘 섞은 후 roller-mill로 한 번 더 분쇄하고, 전체 수분함량이 40%(w/w)가 되도록 적당량의 물과 설탕 8%(w/w)를 첨가하여 잘 섞은 후 체에 내렸다. 체에 내린 시료는 스테인레스 찜기(14 kW, Daechang Stainless, Seoul, Korea) 안에 넣고 평평하게 윗면을 고른 다음 2.5 cm × 2.5 cm × 2.5 cm(가로 × 세로 × 높이)의 크기로 칼집을 낸 후 10분간 찜다. 이렇게 제조한 백설기를 10분간 상온에서 식힌 후 비닐랩으로 시료를 개별 포장하여 지퍼백에 넣고 상온(25°C)에서 0, 1, 2, 3일 동안 저장하며 시료로 사용하였다. 트레할로스 첨가 백설기 제조는 위의 방법과 동일하나 mixing 과정에서 설탕 8%와 트레할로스를 0%(대조구, NC), 5%, 10%, 15% 첨가하여 제조하였다.

수분활성도 측정

백설기의 수분활성도는 수분활성도 측정기(CX-2 Aqua Lab, Decagon Devices, Inc., Pullmann, WA, USA)를 이용하여 측정하였으며, 시료 3 g을 잘게 부순 후 수분활성도 측정기의 플라스틱 용기에 넣고 상온에서 Aw값이 더 이상 변화가 없을 때 그 값을 읽어 사용하였다.

색도 측정

백설기의 색도는 색차계(Ultrascan Pro, Hunter Lab, Reston, VA, USA)를 이용하여 측정하였다. 색차계에 백설기의 중심을 대고 Hunter Color System(Hunter, 1975)의 L*(lightness), a*(redness) 및 b*(yellowness)를 10회씩 측정

하여 평균값으로 나타내었다. L은 시료의 전체적 반사를 측정된 것으로 흑색의 0에서 백색의 100까지 수치를 가지며 CIE 표준 색체계의 y값과 관계가 있다. a는 적색에 가까울수록 0에서 +100으로 증가하고 녹색이 강해질수록 0에서 -80으로 감소하는 값으로 CIE 표준색차계의 x 및 y 값과 상관관계가 있으며 b는 황색이 진해질수록 0에서 +70으로 증가하고 청색이 증가할수록 0에서 -70으로 감소하며 CIE 표준색차계의 z 및 y값과 상관관계를 갖는다.

조직감 측정

백설기의 조직감은 texture analyser(CT3 10K, Brookfield, Middleboro, MA, USA)를 이용하여 two bite compression에 의한 TPA방법으로 texture 특징치를 계산하였다. TPA 측정은 원통형 probe를 이용하여 0.5 mm/s의 변형 속도로 60% 변형도를 주어 측정하였다. 측정항목은 hardness, cohesiveness, springiness, chewiness로 5회 측정하여 평균치로 나타내었다.

반응속도론적 노화도 측정

백설기의 노화속도를 평가하기 위해서 측정된 hardness 값을 Avrami 방정식으로 분석하였다(Avrami, 1939; Avrami, 1940; Avrami, 1941).

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

$\theta = t$ 시간 후 남아있는 비결정 부분

$k =$ 속도 상수 (day^{-n})

$n =$ Avrami 지수

$t =$ 저장 기간(day)

만약 노화도가 결정화 정도를 측정하는 척도로 본다면, 다음과 같은 식으로 표현된다.

$$\theta = \frac{E_L - E_t}{E_L - E_0} = \exp^{-kt^n} \tag{2}$$

$E_0 =$ 초기상태의 노화도(%)

$E_t = t$ 시간 후의 노화도(%)

$E_L =$ 최대 노화도(%)

식 (2)를 변형하면 다음과 같은 식이 표현된다.

$$\log \left[-\ln \frac{E_L - E_t}{E_L - E_0} \right] = \log k + n \times \log t \tag{3}$$

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

기호도 평가와 특성강도 검사

기호도 평가와 특성강도 평가는 환경대 식품생물공학과 학생 30명을 대상으로 각각의 세부 항목에 대해 잘 인지하도록 한 후 실시하였고 기호도 평가는 0, 1, 2일 동안 상온에서 저장한 백설기에 대해 전반적 선호도(overall quality), 외관(appearance), 맛/향(taste/odor), 조직감(texture)의 기호도를 평가하였고 특성강도 평가 항목은 단단한 정도(hardness)와 쫄깃한 정도(chewiness)로 각 기호도와 특성강도의 특성이 강할수록 높은 점수를 주는 9점 평점법(Im et al., 1999)을 사용하여 3회 반복 평가하였다.

통계처리

색도 측정과 물성조직 측정, 기호도 평가 및 특성강도 검사의 실험 결과는 Minitab(MINITAB User's Guide 2)을 사용하여 통계 처리하였으며, ANOVA one-way analysis of variance 분석에 의한 5% 수준에서 Fisher's 검정을 통한 사후검정을 실시하여 시료 간의 유의성을 검증하였다.

결과 및 고찰

효소와 트레할로스 첨가의 독립적인 영향

Novamyl을 처리한 백설기의 저장 중 측정된 기계적 조

Table 1. Texture profile parameters of *Backsugi* treated with Novamyl

Texture parameters	Sample ¹⁾	Storage period (day)			
		0	1	2	3
Hardness (g)	C	^A 2046 ^{a2)}	^A 3203 ^b	^A 3681 ^{bc}	^A 4239 ^c
	0.05%	^B 1777 ^a	^B 2476 ^b	^B 2760 ^{bc}	^B 2953 ^c
	0.1%	^B 1769 ^a	^{BC} 2259 ^b	^B 2558 ^b	^B 2540 ^b
	0.5%	^C 1378 ^a	^C 1910 ^b	^C 1981 ^b	^C 2011 ^b
Cohesiveness	C	^A 0.395 ^a	^A 0.250 ^b	^A 0.167 ^c	^A 0.102 ^d
	0.05%	^{AC} 0.382 ^a	^A 0.242 ^b	^A 0.168 ^c	^B 0.130 ^d
	0.1%	^{BC} 0.356 ^a	^A 0.232 ^b	^A 0.158 ^c	^B 0.125 ^d
	0.5%	^B 0.342 ^a	^A 0.244 ^b	^B 0.196 ^c	^C 0.170 ^d
Springiness	C	^A 0.39 ^a	^A 0.70 ^b	^A 0.73 ^b	^A 0.63 ^b
	0.05%	^A 0.37 ^a	^B 0.42 ^a	^B 0.38 ^a	^B 0.36 ^a
	0.1%	^A 0.34 ^a	^{BC} 0.35 ^a	^B 0.40 ^a	^C 0.25 ^a
	0.5%	^A 0.40 ^a	^C 0.32 ^a	^B 0.20 ^b	^C 0.20 ^b
Chewiness (g)	C	^A 321 ^a	^A 512 ^{bc}	^A 423 ^{ac}	^A 302 ^{ad}
	0.05%	^{AB} 238 ^a	^B 251 ^a	^B 179 ^b	^B 134 ^b
	0.1%	^B 208 ^a	^B 168 ^a	^{BC} 107 ^b	^C 79 ^b
	0.5%	^B 188 ^a	^C 152 ^a	^C 70 ^b	^C 66 ^b

¹⁾ C : No treatment (control)
 0.05%: *Backsugi* with 0.05% Novamyl
 0.1%: *Backsugi* with 0.1% Novamyl
 0.5%: *Backsugi* with 0.5% Novamyl

²⁾ Means within the same row (a, b) and column (A, B) with different superscript letters are significantly different (p<0.05).

Table 2. Sensory evaluation of *Backsulgi* treated with Novamyl

Sensory characteristics	Sample ¹⁾	Storage period (day)		
		0	1	2
Overall quality	C	^A 5.80 ²⁾	^A 4.10 ^b	^A 2.89 ^c
	0.05%	^A 6.23 ^a	^B 6.07 ^a	^B 5.22 ^b
	0.1%	^A 6.13 ^a	^B 6.13 ^a	^{CD} 6.22 ^a
	0.5%	^B 4.33 ^a	^B 5.33 ^a	^{BD} 5.93 ^a
Appearance	C	^A 6.47 ^a	^A 5.20 ^b	^A 4.74 ^b
	0.05%	^A 6.50 ^a	^{AC} 5.73 ^{ac}	^B 5.59 ^{bc}
	0.1%	^A 6.67 ^a	^{BC} 6.10 ^{ac}	^B 5.96 ^{bc}
	0.5%	^A 6.03 ^a	^A 5.90 ^a	^B 6.11 ^a
Taste/flavor	C	^A 5.63 ^a	^A 3.97 ^b	^A 2.89 ^c
	0.05%	^A 6.13 ^a	^B 5.60 ^{ab}	^B 5.33 ^b
	0.1%	^A 6.07 ^a	^B 5.93 ^a	^B 6.19 ^a
	0.5%	^B 4.63 ^a	^B 5.37 ^a	^B 5.85 ^a
Texture	C	^A 5.80 ^a	^A 3.47 ^b	^A 2.41 ^{ac}
	0.05%	^A 5.90 ^a	^B 6.20 ^a	^B 4.85 ^b
	0.1%	^A 6.23 ^a	^B 6.30 ^a	^B 6.04 ^a
	0.5%	^B 4.47 ^a	^C 5.13 ^a	^B 5.82 ^b

¹⁾ C : No treatment (control)

0.05%: *Backsulgi* with 0.05% Novamyl

0.1%: *Backsulgi* with 0.1% Novamyl

0.5%: *Backsulgi* with 0.5% Novamyl

²⁾ Means within the same row (a, b) and column (A, B) with different superscript letters are significantly different ($p < 0.05$).

직감과 관능검사 결과는 각각 Table 1과 2에 나타나 있다. 예상했던 바와 같이 Novamyl의 함량이 증가할수록 저장 중 hardness는 유의적으로 감소하여 Novamyl의 첨가량의 증가는 저장 중 노화에 의한 떡의 경화 현상을 감소시킬 수 있음을 알 수 있었다. 그러나 저장 0일차 시료의 경우 Novamyl의 함량이 증가할수록 기계적, 관능적 hardness와 chewiness가 유의적으로 감소하여 전체적인 식감이 물러지는 현상을 보였다. 효소 첨가로 인한 물러짐과 전반적 품질의 저하는 효소 농도가 0.05%와 0.1%일 경우보다 0.5%를 첨가하였을 때 유의적으로 크게 감소하는 경향을 보여, 저장 중 노화를 억제하면서 전체적인 식감저하를 방지할 수 있는 효소 첨가량의 한계를 0.1%로 정하였다. 또한 관능검사 결과에 의하면 외관, 조직감 항목에서 0.1% 첨가 시료가 저장 중 가장 높은 값을 보였고, 전반적 선호도, 외관, 맛/향 등에서 유의적으로 높은 값을 보여 트레할로스 첨가 실험에서의 효소농도는 0.1%로 고정하여 사용하였다.

Table 3은 트레할로스의 첨가량에 따른 백설기의 저장 중 조직감의 변화를 보여준다. 본 실험에서는 트레할로스가 떡의 노화 방지에 효과가 있다는 연구(Lee & Nam, 2000)와 비교하면 트레할로스의 첨가는 저장 중 백설기의 hardness를 유의적으로 감소시키지는 않지만 다른 조직감의 변화를 적게 가져와 저장에 의한 조직감 변화를 감소시키는 것으로 나타났다. 따라서 트레할로스의 첨가는 Novamyl의 첨가에

Table 3. Texture profile parameters of *Backsulgi* prepared with different ratios of trehalose

Texture parameters	Sample	Storage period (day)			
		0	1	2	3
Hardness (g)	C	^A 2046 ^{a1)}	^A 3203 ^b	^A 3681 ^c	^A 4239 ^d
	5%	^A 1972 ^a	^B 2981 ^b	^B 3287 ^b	^B 3951 ^c
	10%	^A 1923 ^a	^B 2867 ^b	^B 3186 ^c	^B 3758 ^d
	15%	^A 1919 ^a	^B 2707 ^b	^B 3167 ^c	^C 3650 ^d
Cohesiveness	C	^A 0.395 ^a	^A 0.250 ^b	^A 0.167 ^c	^A 0.102 ^d
	5%	^A 0.414 ^a	^{BC} 0.289 ^b	^B 0.194 ^c	^B 0.146 ^d
	10%	^A 0.306 ^a	^B 0.284 ^{ab}	^C 0.170 ^c	^C 0.126 ^c
	15%	^A 0.390 ^a	^C 0.306 ^b	^D 0.230 ^c	^D 0.190 ^d
Springiness	C	^A 0.39 ^a	^A 0.70 ^b	^A 0.73 ^b	^A 0.63 ^b
	5%	^A 0.42 ^a	^B 0.56 ^b	^{AB} 0.61 ^{bc}	^A 0.60 ^c
	10%	^A 0.56 ^a	^{BC} 0.52 ^a	^{BC} 0.51 ^a	^{AC} 0.58 ^a
	15%	^A 0.36 ^a	^C 0.42 ^b	^C 0.48 ^{bc}	^{BC} 0.53 ^c
Chewiness (g)	C	^A 321 ^a	^A 512 ^b	^A 423 ^c	^A 302 ^d
	5%	^A 342 ^a	^{AB} 470 ^{bc}	^A 381 ^{ac}	^A 349 ^a
	10%	^A 325 ^a	^{BD} 384 ^a	^A 376 ^a	^A 324 ^a
	15%	^A 328 ^a	^{BD} 328 ^a	^A 355 ^a	^A 323 ^a

¹⁾ Means within the same row (a, b) and column (A, B) with different superscript letters are significantly different ($p < 0.05$).

의한 chewiness의 감소를 억제할 수 있을 것으로 보인다. 이는 효소에 의해 저분자화된 전분 분자에 트레할로스가 결합하여 재결정을 억제함으로써 두 가지 처리가 노화 방지에 상승적 효과가 있음을 예상할 수 있다.

수분활성도

Novamyl 0.1%와 트레할로스 첨가량을 달리하여 제조한 백설기의 저장기간에 따른 수분활성도의 변화는 Table 4와 같다. 전반적으로 저장 기간에 따른 수분활성도 변화는 크지 않았고, Novamyl만을 첨가한 대조구의 경우보다 트레할로스 첨가군의 수분활성도가 낮게 측정되었으며, 저장일수가 같은 경우 트레할로스의 함량이 증가함에 따라 수분활성도는 감소함을 볼 수 있었다. 따라서 백설기의 수분활

Table 4. Water activity of *Backsulgi* prepared with 0.1% Novamyl and different ratios of trehalose during storage

Sample ¹⁾	Water activity			
	0 day	1 day	2 day	3 day
NC	0.968	0.966	0.975	0.970
5%	0.962	0.963	0.962	0.960
10%	0.952	0.943	0.959	0.948
15%	0.932	0.941	0.945	0.945

¹⁾ NC: 0.1% Novamyl (control)

5%: 0.1% Novamyl +5% trehalose

10%: 0.1% Novamyl +10% trehalose

15%: 0.1% Novamyl +15% trehalose

Table 5. Hunter's color value of *Backsulgi* prepared with 0.1% Novamyl and different ratios of trehalose during storage

Hunter value	Sample ¹⁾	Storage period (day)		
		0	1	2
L	NC	^A 87.43 ^{a2)}	^A 86.81 ^{bc}	^A 87.02 ^{ac}
	5%	^B 86.80 ^a	^A 86.17 ^{bc}	^{AC} 86.56 ^{ac}
	10%	^C 85.55 ^a	^B 85.18 ^a	^{BC} 86.10 ^{ab}
	15%	^C 85.88 ^a	^B 85.26 ^b	^C 85.89 ^a
a	NC	^A -0.92 ^a	^A -0.97 ^b	^A -0.97 ^b
	5%	^{AB} -0.96 ^a	^A -0.98 ^a	^A -0.96 ^a
	10%	^{AC} -0.98 ^a	^A -1.00 ^a	^B -1.01 ^a
	15%	^{BC} -1.02 ^a	^A -0.97 ^a	^A -0.97 ^a
b	NC	^A 6.18 ^a	^A 6.16 ^a	^A 6.01 ^a
	5%	^A 6.21 ^a	^A 6.12 ^a	^A 6.02 ^a
	10%	^A 6.13 ^a	^{AC} 6.11 ^a	^A 5.95 ^a
	15%	^A 6.25 ^a	^{BC} 5.88 ^b	^A 5.77 ^b

¹⁾ NC: 0.1% Novamyl (control)
 5%: 0.1% Novamyl +5% trehalose
 10%: 0.1% Novamyl +10% trehalose
 15%: 0.1% Novamyl +15% trehalose
²⁾ Means within the same row (a, b) and column (A, B) with different superscript letters are significantly different (p<0.05).

성도의 변화는 저장일수와 관계없이 트레할로스의 함량에 의존함을 알 수 있었다. 이는 첨가한 트레할로스가 백설기 내의 수분과 상호작용을 통하여 자유수를 감소시켜 수분활성도를 저하시킨 것으로 사료된다(Son, 2008).

색도

Novamyl 0.1%와 트레할로스 첨가량을 달리하여 제조한 백설기의 상온저장 중 색도를 측정된 결과는 Table 5와 같다. 명도(lightness)를 나타내는 L값은 제조 직후 대조구가 87.43이었으며, 트레할로스의 첨가량이 증가할수록 첨가군의 L값은 유의적으로 낮아졌다(p<0.05). 모든 실험군에서 저장에 따른 L값의 변화는 크지 않았다. 적색도(redness)를 나타내는 a값은 제조 직후 대조구가 -0.92였으며 트레할로스의 함량이 증가함에 따라 -1.02까지 약간 감소함을 보였다. 그러나 저장 기간에 따른 a값의 변화는 크지 않았다. 황색도(yellowness)를 나타내는 b값은 제조 직후 대조구의 경우 6.18이었고 트레할로스 첨가군이 6.13-6.25로 유의적인 차이를 보이지 않았으나 저장에 따라 트레할로스의 첨가군이 유의적으로 낮은 값을 보였다. 또한 저장일수가 증가함에 따라 트레할로스를 첨가할수록 b값은 감소하는 경향을 보였다.

조직감 측정

Novamyl 0.1%와 트레할로스의 첨가량을 달리하여 제조한 백설기의 조직감 특성을 측정된 결과는 Table 6과 같다. 경도(hardness)는 제조직후 트레할로스 첨가량이 증가할수록 점점 낮아지는 경향을 보였고 특히 15% 첨가구의 경우 유

Table 6. Texture profile parameters of *Backsulgi* prepared with 0.1% Novamyl and different ratios of trehalose during storage

texture parameters	Sample ¹⁾	Storage period (day)			
		0	1	2	3
Hardness (g)	NC	^A 1769 ^{a2)}	^A 2259 ^b	^A 2558 ^b	^A 2540 ^b
	5%	^{AC} 1714 ^a	^{AC} 2205 ^b	^{AC} 2337 ^b	^A 2418 ^b
	10%	^{AC} 1645 ^a	^{BC} 2126 ^b	^{AC} 2323 ^b	^{AC} 2370 ^b
	15%	^{BC} 1590 ^a	^{BC} 2070 ^b	^{BC} 2117 ^b	^{BC} 2170 ^b
Cohesiveness	NC	^A 0.356 ^a	^A 0.232 ^b	^A 0.158 ^c	^A 0.125 ^c
	5%	^A 0.364 ^a	^A 0.205 ^b	^B 0.142 ^c	^A 0.117 ^c
	10%	^A 0.346 ^a	^A 0.226 ^b	^C 0.174 ^c	^{AB} 0.145 ^d
	15%	^A 0.354 ^a	^A 0.230 ^b	^C 0.175 ^c	^{AB} 0.145 ^d
Springiness	NC	^A 0.34 ^a	^A 0.35 ^a	^A 0.40 ^a	^A 0.25 ^a
	5%	^{BC} 0.46 ^a	^B 0.30 ^b	^B 0.28 ^b	^A 0.30 ^b
	10%	^{AC} 0.37 ^a	^B 0.30 ^{ac}	^B 0.28 ^{bc}	^{AB} 0.24 ^c
	15%	^{AC} 0.36 ^a	^B 0.30 ^{ac}	^B 0.30 ^{ac}	^{AB} 0.20 ^{bc}
Chewiness (g)	NC	^A 234 ^a	^A 168 ^a	^A 107 ^b	^A 69 ^b
	5%	^B 281 ^a	^B 137 ^b	^A 93 ^b	^B 85 ^b
	10%	^C 205 ^a	^B 145 ^b	^{AB} 112 ^c	^B 90 ^c
	15%	^A 254 ^a	^B 152 ^b	^{AB} 122 ^b	^B 95 ^b

¹⁾ NC: 0.1% Novamyl (control)
 5%: 0.1% Novamyl +5% trehalose
 10%: 0.1% Novamyl +10% trehalose
 15%: 0.1% Novamyl +15% trehalose
²⁾ Means within the same row (a, b) and column (A, B) with different superscript letters are significantly different (p<0.05).

의적으로 낮은 값을 보였다. 저장한 시료에 있어서도 트레할로스의 첨가량이 증가함에 따라 경도가 감소하여 제조 직후와 같은 경향을 보였다. 또한 저장일수가 증가함에 따라 모든 첨가군의 경도가 증가하였는데 저장 3일째 Novamyl만을 첨가한 대조구의 경도는 2540이었으나 10% 트레할로스 첨가구의 경도는 2370으로 감소하였고 15% 첨가구의 경우 2170으로 가장 낮은 값을 보였으나 10% 첨가구의 2370과의 유의적인 차이는 보이지 않았다. Novamyl만 첨가한 대조구의 경우 3일 저장 후 경도 값인 2540과 트레할로스를 단독으로 15% 사용하였을 경우 3일 저장 후 경도 값 3650(Table 3)과 비교하였을 때 Novamyl과 트레할로스를 함께 사용하였을 때 유의적으로 낮은 경도를 보여 Novamyl과 트레할로스의 동시 처리는 단일 처리 때보다 노화에 의한 경도의 증가를 더욱 효과적으로 억제함을 알 수 있었다.

특히 제조 직후 아무 처리도 하지 않은 백설기(C)의 경도 값인 2040-2050과 비교해 볼 때 Novamyl 0.1%와 트레할로스 10% 첨가구와 15% 첨가구의 3일 저장 후의 경도가 각각 2370과 2170을 보여 백설기의 경도만으로는 3일 저장 후에도 백설기가 제조 직후의 백설기에 비해 약 11% 가량만 증가하여 저장 시 노화에 의한 경화 현상을 효과적으로 억제함을 알 수 있었다.

응집성(cohesiveness)은 제조 직후 트레할로스의 첨가량

Table 7. Comparison of the Avrami exponents, time constants and rate constants of *Backsulgi* prepared with 0.1% Novamyl and different ratios of trehalose

Sample ¹⁾	Characteristics		
	Avrami exponent (<i>n</i>)	Rate constant (day ^{-1/n}) (<i>k</i>)	Time constant (day ⁿ) (<i>1/k</i>)
NC	0.3543	0.054	18.62
5%	0.3403	0.053	19.01
10%	0.3634	0.052	19.07
15%	0.1730	0.050	19.89

¹⁾ NC: 0.1% Novamyl (control)

5%: 0.1% Novamyl +5% trehalose

10%: 0.1% Novamyl +10% trehalose

15%: 0.1% Novamyl +15% trehalose

에 따라 실험군 간의 유의적인 차이는 없었으며 저장일수가 증가함에 따라 2일 저장 후 10%와 15% 첨가군에서 다소 증가하는 경향을 보였다. 또한 모든 실험군은 저장기간이 증가함에 따라 응집성이 유의적으로 감소하였고 트레할로스의 첨가량이 증가할수록 감소폭은 줄어들었다. 이와 같은 결과는 트레할로스를 첨가한 첨가군의 응집성이 저장기간이 지날수록 감소하였다는 Kim & Noh(2008), Lee & Nam(2000)의 연구결과와 유사하였다. 탄력성(springiness)은 저장기간이 증가함에 따라 모든 첨가군에서 0.46-0.36에서 3일 저장 후 0.20-0.30으로 감소하는 경향을 보였으나 트레할로스의 첨가에 의한 변화는 그리 크지 않았다. 씹힘성(chewiness)은 저장기간이 증가함에 따라 모든 실험군에서 유의적으로 감소하는 경향을 보였고, 특히 Novamyl만 첨가한 대조구는 제조 직후 대비 3일 저장 후 71%의 감소를 보여 효소만을 첨가하였을 때 저장 시 씹힘성이 크게 저하됨을 알 수 있었다. 그러나 트레할로스의 첨가로 인해 씹힘성의 감소는 56-69%를 보여 트레할로스과 Novamyl을 함께 사용함으로써 트레할로스가 Novamyl의 첨가로 인한 씹힘성 저하를 효과적으로 감소시켜 씹힘성의 향상을 가져온 것으로 판단된다.

반응속도론적 노화도 측정

Novamyl 0.1%와 트레할로스의 첨가량을 달리하여 제조한 백설기의 노화속도 측정에 관한 결과는 Table 7과 같다. 저장 3일 경과 후 백설기의 경도 변화를 Avrami 방정식에 의해 대조구와 첨가군을 비교 분석하였다. 대조구와 비교하여 Avrami 지수(*n*)가 낮을수록, 시간상수(*1/k*)가 높을수록 노화가 억제된다고 판단하였다(Kim & Chung, 2007a).

Avrami 지수(*n*) 값은 결정화 형태를 나타내는 것으로 5%와 10% 트레할로스 첨가군의 경우 효소만을 처리한 대조구와 비슷한 값을 보였으나, 15% 첨가군의 경우 급격히 낮은 값을 나타내었다. 이것은 15% 첨가군의 경우 대조구와 10%까지의 첨가군에 비해 확연히 다른 노화양상을 나타냄을 의미한다(Song & Park, 2003b). 따라서 Avrami 지수(*n*)

Table 8. Sensory evaluation of *Backsulgi* prepared with the 0.1% Novamyl and different ratios of trehalose

Sensory characteristics	Sample ¹⁾	Storage period (day)		
		0	1	2
Overall quality	NC	^A 5.40 ^{a2)}	^A 5.32 ^a	^A 4.04 ^b
	5%	^A 5.96 ^a	^A 5.72 ^a	^A 4.56 ^b
	10%	^A 5.36 ^a	^{AC} 6.16 ^a	^B 6.12 ^a
	15%	^B 6.84 ^a	^{BC} 6.68 ^a	^B 7.16 ^a
Appearance	NC	^A 6.56 ^a	^A 6.32 ^a	^A 5.60 ^a
	5%	^A 6.36 ^a	^A 6.16 ^a	^A 6.16 ^a
	10%	^A 5.96 ^a	^A 6.28 ^a	^A 6.68 ^a
	15%	^A 6.32 ^a	^A 6.56 ^a	^A 6.48 ^a
Taste/flavor	NC	^A 5.00 ^a	^A 5.48 ^a	^A 3.88 ^b
	5%	^A 5.76 ^a	^A 6.00 ^a	^A 4.52 ^b
	10%	^A 5.40 ^a	^{AC} 6.28 ^{bc}	^B 6.00 ^{ac}
	15%	^B 6.52 ^a	^{BC} 6.96 ^a	^C 7.08 ^a
Texture	NC	^A 5.44 ^a	^A 5.08 ^a	^A 3.48 ^b
	5%	^A 5.52 ^a	^B 5.84 ^a	^A 4.40 ^b
	10%	^A 5.32 ^a	^B 6.28 ^{bc}	^{BC} 5.88 ^{ac}
	15%	^B 6.52 ^a	^B 6.40 ^a	^C 7.36 ^a

¹⁾ NC: 0.1% Novamyl (control)

5%: 0.1% Novamyl +5% trehalose

10%: 0.1% Novamyl +10% trehalose

15%: 0.1% Novamyl +15% trehalose

²⁾ Means within the same row (a, b) and column (A, B) with different superscript letters are significantly different ($p < 0.05$).

값으로 볼 때 백설기 노화 정도에 유의적인 영향을 미치는 트레할로스 최소 농도 수준은 15% 부근이라고 볼 수 있다. 노화속도를 나타내는 시간상수(*1/k*)의 경우에도 효소만을 첨가한 대조구에 비해 트레할로스 농도가 높아질수록 시료의 시간상수(*1/k*)값이 점차 증가하다가 15% 첨가구의 경우 증가폭이 가장 커 상대적으로 가장 느린 노화속도를 나타냈다. 이상의 반응속도론적인 관점에서 볼 때 일정량 이상의 트레할로스의 첨가는 효소만 처리했을 경우에 비해 노화속도를 지연시키는 효과가 있음을 알 수 있었다.

기호도 평가와 특성강도 검사

Novamyl 0.1%와 트레할로스의 첨가량을 달리하여 제조한 백설기의 기호도 평가 결과는 Table 8과 같다. 전반적인 기호도(overall quality)는 트레할로스 첨가군이 대조구에 비해 다소 높은 선호도를 보였고 저장 일수가 증가함에 따라 전반적인 기호도는 증가하였다. 특히 저장 2일째의 경우 전반적인 기호도는 10% 첨가군의 경우 6.12, 15% 첨가구의 경우 7.16으로 대조구의 4.04보다 유의적으로 높은 기호도를 보였다. 따라서 10-15% 트레할로스를 첨가 시 선호도가 증가하는 것으로 나타났다. 외관(appearance)은 저장 일수와 트레할로스의 첨가량에 관계없이 대조구와 첨가군 간의 유의적인 차이를 보이지 않았다. 맛/향(taste/flavor)은 대조구가 가장 낮은 값을 보였고 트레할로스를

Table 9. Characteristic intensity rating of *Backsulgi* prepared with the 0.1% Novamyl and different ratios of trehalose

Characteristic intensity	Sample ¹⁾	Storage period (day)		
		0	1	2
Hardness	NC	^A 5.00 ^a	^A 5.20 ^{ac}	^A 6.00 ^{bc}
	5%	^A 5.52 ^a	^A 5.36 ^a	^A 5.48 ^a
	10%	^A 4.92 ^a	^A 5.12 ^a	^A 5.24 ^a
	15%	^A 5.28 ^a	^A 5.76 ^a	^A 5.16 ^a
Chewiness	NC	^A 5.28 ^a	^A 4.76 ^a	^A 3.24 ^b
	5%	^{AC} 6.00 ^a	^{AC} 5.28 ^b	^A 3.68 ^a
	10%	^{BC} 5.68 ^a	^{BC} 6.04 ^a	^{BC} 5.44 ^a
	15%	^B 6.52 ^a	^B 7.04 ^a	^C 6.48 ^a

¹⁾ NC: 0.1% Novamyl (control)

5%: 0.1% Novamyl +5% trehalose

10%: 0.1% Novamyl +10% trehalose

15%: 0.1% Novamyl +15% trehalose

²⁾ Means within the same row (a, b) and column (A, B) with different superscript letters are significantly different (p<0.05).

첨가할수록 높은 값을 보였으나 10% 첨가고와 15%첨가구간의 유의적인 차이는 적었다. 이러한 결과는 트레할로스의 첨가량이 증가함에 따라 백설기의 저장 중 노화도가 감소할 뿐 아니라 전체적 단맛이 증가하여 맛/향 항목에서 높은 점수를 얻은 것으로 이것은 전반적인 기호도에도 영향을 미친 것으로 사료된다.

조직감(texture)은 제조 직후 대조구의 5.44에 비해 15% 첨가구가 6.52로 유의적인 차이를 보였으나 5%와 10% 첨가구과는 유의적 차이를 보이지 않았다. 저장 일수가 증가함에 따라 트레할로스 첨가군의 조직감을 선호하는 것으로 나타났다.

백설기의 특성 강도에 대한 평가는 Table 9와 같다. 단단한 정도(hardness)는 트레할로스의 첨가가 유의적인 차이를 보이지 않았고 이러한 경향은 저장 일수가 증가하여도 비슷한 경향이였다. 쫄깃한 정도(chewiness)는 트레할로스를 첨가할수록 선호되어 10%와 15% 첨가구가 대조구에 비해 유의적으로 높은 값을 보였고 저장 중에도 같은 경향을 보여 저장 중에도 쫄깃한 식감이 유지되는 것으로 보여진다.

이와 같이 첨가군이 대조구에 비해 전반적인 기호도, 외관, 맛/향, 조직감, 단단한 정도, 쫄깃한 정도에서 관능적으로 우수했다. 특히 15% 첨가구가 전반적인 기호도는 물론, 맛/향, 조직감, 쫄깃한 정도에서 저장 중 우수하게 평가되었으나 10% 첨가구와의 유의적인 차이가 적어 트레할로스의 최적의 첨가량은 10%로 판단된다.

요 약

본 연구는 백설기의 노화를 억제 및 저장 중 품질 향상을 위한 Novamyl의 최적 첨가량을 0.1%로 선정하고 트레할로스를 5%, 10%, 15% 첨가하여 백설기를 제조한 후 상

온(25°C)에서 0, 1, 2, 3일간 저장하면서 기계적 및 관능적 특성과 노화 속도 변화를 살펴보았으며 그 결과는 다음과 같다.

수분활성도는 트레할로스의 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하였으며 저장 일수에 따른 차이는 없었다. 색도는 트레할로스를 첨가한 백설기의 명도(L값)가 유의적으로 낮게 나타났으며 적색도를 나타내는 a값은 첨가군이 대조구에 비해 낮게 나타났고 황색도(b값)는 첨가군이 다소 낮은 값을 보였으며 저장 일수가 증가함에 따라 황색도가 감소하는 경향을 보였다. 기계적 조직감에 대해서는 트레할로스의 첨가량이 증가할수록 경도가 감소하였고 저장 중 씹힘성의 감소폭이 감소하였다. Avrami 방정식으로 노화 속도를 측정하였으며, Avrami exponent(n) 값과 시간상수(1/k) 값을 계산한 결과 트레할로스 첨가군이 대조구에 비해 노화속도가 감소하였음을 알 수 있었다. 관능검사 결과에서 15% 첨가구가 대부분의 항목에서 우수한 결과를 보였고 특히 전반적인 기호도 및 씹힘성 항목에서 높은 선호도 값을 보였으나 10% 첨가구와의 유의적인 차이는 보이지 않았다.

이와 같은 실험결과를 통해 백설기 제조 시 Novamyl 0.1%를 처리하고 트레할로스를 첨가할 경우 노화 억제와 품질 향상의 효과가 있었으며, 특히 기계적 측정 결과와 관능검사 결과를 종합했을 때, 트레할로스를 10% 첨가가 15%의 첨가에 비해 유의적인 차이가 적어 가장 적절한 것으로 나타났다. 효소의 첨가는 백설기의 노화를 억제하는 효과가 있지만 물성적인 측면에서 조직이 과도하게 물러지는 등의 문제를 보이는데 이에 트레할로스를 적당량 첨가함으로써 노화 억제를 향상시키고 물성적인 측면과 기호도를 향상시켜 저장성이 우수하고 소비자의 입맛에 적합한 백설기의 제조가 가능하다고 사료된다.

감사의 글

본 연구는 2008년 중소기업 산학협력 지원사업의 산학협력실 지원 사업에 의해 이루어진 결과의 일부이며, 이에 감사드립니다.

참고문헌

Avrami M. 1939. Kinetics of phase change I. J Chem Phys. 7: 1103-1108.
 Avrami M. 1940. Kinetics of phase change II. J Chem Phys. 8: 212-224.
 Avrami M. 1941. Kinetics of phase change III. J Chem Phys. 9: 177-184.
 Choi MY, Cho JS, Chang YH. 2003. Effects of emulsifier and enzyme on the quality characteristics of *Seolgiddeok* during storage. J. East Asian Soc. Dietary Life 13: 197-215.
 Choi YS, Kim YA. 1992. Effect of addition of potato peel, guar

- gum, polydextrose on quality of *Backsulgies*. Korean J. Food Cookery Sci. 8: 333-341.
- Choi YS, Kim YA. 1993. Effect of brown rice flour on quality of *Backsulgies*. Korean J. Food Cookery Sci. 9: 67-73.
- Hunter RS. 1975. The Measurement of Appearance. John Wiley & Sons, New York, USA.
- 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 BS, Kim DH, Whang HJ, Moon SW. 2006. The retrogradation of steamed Korean rice cake(*Jeungpyun*) with addition of Gum. Korean J. Food Sci. Technol. 38: 838-842.
- Kim HS, Yoon JY. 2004. Effect of various sugar alcohols on sensory properties of Mulberry rice cake. Korean J. Food Cookery Sci. 20: 520-528.
- Kim HY, Noh KS. 2008. Effect of trehalose on the shelf-life of *Backsulgies*. Korean J. Food Cookery Sci. 24: 912-918.
- Kim SS, Chung HY. 2007a. Effects of carbohydrate materials on retarding of a Korean rice cake(*karedduk*). J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 36: 1320-1325.
- Kim SS, Chung HY. 2007b. Texture properties of a Korean rice cake (*Karedduk*) with addition of carbohydrate materials. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 36: 1205-1210.
- Kim SS, Chung HY. 2007c. 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, Kim JT, Rho JH. 2005. Development of anti-staling agents of rice processed products to enhance rice consumption. Korea Food Research Institute. GA0547-05036.
- Koh BK. 1999. Development of the method to extend shelf life of *Backsulgi* with enzyme treatment. Korean J. Food. Sci. 15: 533-538.
- Lee HY, Nam JH. 2000. The changes of characteristics of glutinous and rice Korean cake with Trehalose in the storage. Korean J. Food Nutr. 13: 570-577.
- Lee KA, Kim KJ. 2002. Mechanical characteristic of *Backsulgi* added with rich sources of phospholipid. Korean J. Food Cookery Sci. 18: 381-389.
- Lee SY, Kim KO. 1986. Sensory characteristics of *Packsulkis* (Korean traditional rice cakes) containing various sweetening agents. Korean J. Food sci. Technol. 18: 325-328.
- MINITAB User's Guide 2. 2000. Data Analysis and Quality Tool. Minitab Inc. USA.
- Oh MH, Kim KJ. 2003. Effect of process rice flour on the sensory and mechanical characteristics of *Backsulgi* by storage time and temperature. Korean J. Food Cookery Sci. 19: 34-45.
- Park JW, Park HJ, Song JC. 2003. Suppression effect of maltitol on retrogradation of Korean rice cake(*Karedduk*). J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 32: 175-180.
- Ryu YK, Kim YO, Kim KM. 2008. Quality characteristics of *Sulgidduk* by the addition of tofu. Korean J. Food Cookery Sci. 24: 856-860.
- Sihh EH, Hwang SY, Choi OK. 2001. Effects of various emulsifiers on the quality of waxy rice cake. Korean J. Food Nutr. 14: 40-45.
- Son HS, Park SO, Hwang HJ, Lim ST. 1997. Effect of oligosaccharide syrup addition on the retrogradation of a Korean rice cake (*Karedduk*). Korean J. Food Sci. Technol. 29: 1213-1221.
- Son JY. 2008. The Newest Food Chemistry. Jin Ro Publishing Co., Korea, pp. 19-33.
- Song JC, Park HJ. 2003a. Effect of starch degradation enzymes on the retrogradation of a Korean rice cakes. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 32: 1262-1269.
- Song JC, Park HJ. 2003b. Functions of hydrocolloids as anticaking agents in Korean rice cakes. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 32: 1253-1261.
- Yim KY, Kim SH. 1988. A survey on the utilization of Korean rice-cakes and the evaluation about their commercial products by housewives. Korean J. Dietary Culture 3: 163-175.
- Yoo AR, Lee HG. 1984. A study of the physical characteristics of *Backsulgi* by the amount of water and some kinds of sweeteners. J. Korean Soc. Food Nutr. 13: 281-388.