

## 트레할로스 및 효소제 첨가가 백설기 품질에 미치는 영향

오문현<sup>1</sup> · 신형찬<sup>2</sup> · 박종대<sup>2</sup> · 이현유<sup>2</sup> · 김근성<sup>3</sup> · 금준석<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>충청대학  
<sup>2</sup>한국식품연구원  
<sup>3</sup>중앙대학교 식품공학과

### Effect of Added Trehalose and Enzymes on the Qualities of *Backsulgie*

Moon-Hun Oh<sup>1</sup>, Hyung-Chan Shin<sup>2</sup>, Jong-Dae Park<sup>2</sup>, Hyun-Yu Lee<sup>2</sup>,  
Keun-Sung Kim<sup>3</sup>, and Jun-Seok Kum<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Faculty of Food and Nutrition, Chungcheong University, Chungbuk 363-792, Korea

<sup>2</sup>Korea Food Research Institute, Gyeonggi 463-746, Korea

<sup>3</sup>Dept. of Food Science and Technology, Chung-Ang University, Gyeonggi 456-756, Korea

#### Abstract

This study investigated changes of quality during storage period with 6 types of *Backsulgie* manufactured by adding enzyme (BS-300 0.3%) and trehalose (3%, 6%) to minimize the changes of quality and tried to determine their optimal combination ratio. When Rapid Visco Analyzer (RVA) gelatinization properties of rice powder were examined, adding both of enzyme and trehalose to the powder increased stability of process and reduced retrogradation. In comparison of the degree of retrogradation of *Backsulgie* by using Differential Scanning Calorimetry (DSC), the sample with enzymes and trehalose suppressed retrogradation. Moreover, the retrogradation effect became larger by using both of enzyme and trehalose and it was the largest in the sample with 0.3% enzyme and 6% trehalose. Enzyme and trehalose added to *Backsulgie* were found to improve water retention, to minimize changes of texture and color during storage of *Backsulgie*. Therefore, optimal combination ratio of *Backsulgie* is 0.3% enzyme with 6% trehalose added *Backsulgie*.

**Key words:** *Backsulgie*, enzyme, trehalose, gelatinization, retrogradation

#### 서 론

쌀은 세계적으로 중요한 식량자원의 하나로 전통 식품이나 가공식품에서 많이 사용되고 있다. 특히 동양에서는 주식으로 많이 사용되고 있으며, 일본에서는 쌀과자, 쌀가루, 청주, 된장, 떡 등으로 가공되어 쌀 전체 생산량의 15%를 차지할 정도로 주식과 함께 가공식품의 원료로 많이 사용되고 있는 추세이다(1). 우리나라의 쌀 소비 형태는 전체 쌀 생산의 95% 이상이 밥으로 소비되고 있으며 가공용은 떡, 면, 주류, 과자를 포함해서 5% 내외에 머물고 있다(2). 떡 산업은 쌀 가공산업 중 가장 큰 부분을 차지하고 있으나 각 지역 소매점의 1차 가공형태로 제품이 생산되어 제품의 규격이 정해져있지 않으며 제조 후 품질변화가 빠르게 나타나 저장과 유통에 큰 문제점을 가지고 있다. 또한 쌀 소비량의 감소와 식생활의 서구화에 따라 떡과 같은 전통 식품의 소비가 감소하고 있는 추세이나 정부주도의 쌀 가공산업 활성화정책에 따라 떡 산업에서도 편의성, 다양화, 고급화의 연구와

제품 개발이 활발히 이루어지고 있다.

그러나 쌀을 주재료로 하는 대다수의 전통 떡류는 주로 전분의 노화로 인하여 제품이 변질되므로 전분의 노화현상은 제품의 조직감 변성의 주원인이 된다. 따라서 떡의 저장성을 향상시키고자 다음과 같은 방법들이 발표되었다. 떡류 가운데 가장 많은 연구가 이루어진 백설기의 품질 특성은 쌀가루의 제분방법 및 입자크기를 달리한 경우(3), 찌는 압력과 시간 및 저장 기간에 따른 경우(4), 수입쌀과 국산쌀로 제조한 백설기의 품질 특성 비교 등(5)이 있다. 또한, 용해성 당류(6), 염류(7), 식이섬유(8), 올리고당(9) 등이 전분의 노화를 억제하는 첨가물로 알려졌다. 이러한 물질 중에서 올리고당, 트레할로스, 당알코올과 같은 당류는 보습성, 흡습성, 점도, 전분질식품의 노화방지, 분해 및 착색에 대한 안정성 등 식품의 물리화학적 특성에 여러 가지 영향을 주는 것으로 밝혀져 관심이 증대되고 있으며 사용한 경우에는 제품의 맛을 크게 변화시키지 않고 첨가될 수 있으므로 바람직하게 이용될 수 있을 것이다(10).

\*Corresponding author. E-mail: jskum@kfri.re.kr  
Phone: 82-31-780-9056, Fax: 82-31-780-9036

트레할로스(D-glucopyranosyl-1,1-D-glucopyranoside)는 두 분자의  $\alpha$ -포도당이  $\alpha$ -1,1-결합으로 연결된 비환원성이당류로 세균, 효모, 곰팡이, 식품, 곤충, 동물 등에 저장탄수화물의 형태로 존재한다. 트레할로스의 기능적 특성으로는 설탕의 50% 정도의 감미도, 내열성 및 내산성, 비충치성, 전분노화 방지, 단백질 변성 방지, 비착색성, 불쾌취의 제거 등이 있다(11-13). Kim과 Noh(14)는 트레할로스를 첨가한 백설기를 제조하여 품질특성을 평가한 결과 떡의 노화와 미생물의 성장을 억제하여 백설기의 저장성을 연장시킨다고 보고하였다.

효소는 전분의 노화를 지연시키는 효과적인 방법으로 bacterial  $\alpha$ -amylase의 첨가는 bread firming 속도를 지연시키며  $\alpha$ -amylase를 첨가한 빵은 baking 과정에서 저분자 dextrin이 검출되고 이러한 dextrin은 protein matrix와 starch의 상호결합을 억제함으로써 노화를 지연한다(15,16). 그러나  $\alpha$ -amylase는 열에 매우 민감하여 온도에 따른 첨가량의 조절이 쉽지 않으며 조금이라도 과량 첨가되면 빵이 매우 질어지고 부피가 작아지므로 품질관리가 용이하지 않다. 그밖에  $\beta$ -amylase나 pullulanase 등의 효소를 혼합하여 첨가한 결과 빵의 조직감이 향상되고 bread firming 속도가 지연되었으며(17,18), 절편에  $\beta$ -amylase를 첨가하였을 때 노화가 지연되었다(19). 이외에 효소를 이용하여 백설기를 제조한 경우 전분의 결합을 분해시켜 고분자를 저분자화하고 저분자화된 전분은 분자간의 상호반응에 거의 관여하지 않으므로 분자간의 재결합과 수분의 유리를 방지하여 노화를 지연시키게 된다는 보고가 있다(20).

따라서 본 연구에서는 전통 식품 중의 하나인 백설기의 품질을 개선하기 위해 트레할로스와  $\alpha$ -amylase 및  $\beta$ -amylase 복합효소제 BS-300이 각각 또는 함께 첨가된 6가지 배합비 별로 각각 백설기를 제조하였다. 배합비 별로 제조된 백설기를 25°C에서 4일간 저장하면서 수분, 색도, 조직감 등의 품질 특성 변화를 측정하였다. 백설기의 재결정화 정도는 DSC를 이용하여 각 배합비별 백설기의 노화정도를 비교하였다. 그렇게 함으로써 백설기의 노화억제와 품질변화를 최소화할 수 있는 최적의 배합비를 도출하고자 본 연구가 수행되었다.

## 재료 및 방법

### 실험재료

2008년에 생산된 쌀가루는 태평양물산(Pacific Co., Seoul, Korea), 백설당은 CJ제일제당(CJ Jeiljedang Co., Seoul, Korea), 소금은 한주소금(Hanju Salt, Ulsan, Korea)을 구입하여 사용하였다. 효소제 BS-300( $\alpha$ -amylase와  $\beta$ -amylase 복합효소제)은 비전바이오켄(Vision Biochem Co., Sungnam, Korea), 트레할로스는 삼양제넥스(Samyang Genex Co., Seoul, Korea)에서 무상으로 제공 받아 사용하였다.

Table 1. Formulas for experimental *Backsulgie* (Unit: g)

Sample	Basal compounds				Additives <sup>1)</sup>	
	Rice flour	Sucrose	Salt	Water	BS-300 (E)	Trehalose (T)
Control	600	60	6	300	—	—
Enzyme	600	60	6	300	1.8	—
T3%	600	60	6	300	—	18
T6%	600	60	6	300	—	36
E+T3%	600	60	6	300	1.8	18
E+T6%	600	60	6	300	1.8	36

<sup>1)</sup>E: BS-300; mixed enzyme ( $\alpha$ -amylase,  $\beta$ -amylase). T: trehalose.

### 백설기의 제조 및 저장

트레할로스와 효소제를 첨가한 백설기의 제조는 예비 실험을 통해 다음과 같은 배합비로 설정하였다(Table 1). 각 시료에 따른 백설기의 제조는 쌀가루 중량비로 설탕 10%, 소금 1%를 기본 배합을 대조군으로 사용하였고, 기본배합에는 BS-300(효소제) 0.3%, 트레할로스 3%, 6%를 각각 또는 혼합하여 사용하였다. 백설기 제조 과정은 주원료인 쌀가루에 설탕과 소금을 혼합하여 체에 내리고 효소제와 사용되는 당을 물에 희석한 뒤 3회 체에 내린다. 자체 제작한 철제 틀에 혼합된 쌀가루를 넣어 평평하게 한 후 3×3×2 cm(가로×세로×높이)가 되게 구획을 나눈다. 스팀공정은 우성금속속에서 구입한 스팀기(WS 1800, Usung Machine, Seoul, Korea)를 이용하여 30분간 증숙 후 실온에서 30분간 냉각한다. 폴리에틸렌필름재질(PE)의 지퍼 팩에 제조한 백설기를 넣고 25°C로 설정된 인큐베이터에 저장하여 시료로 사용하였다.

### RVA에 의한 호화 특성

호화특성은 RVA(Rapid Visco Analyzer, Super 4, Newport, Warriewood, Australia)를 사용하였다. 측정조건은 초기온도를 50°C로 설정하여 1분간 빠른 속도로 교반한 다음, 12°C/min씩 올리면서 95°C까지 가열하고 이 상태에서 2.5분간 유지시킨 후 다시 12°C/min씩 내리면서 50°C로 냉각시켜 2분간 유지하며 pasting temperature, peak viscosity, final viscosity, breakdown 및 setback 값을 구하였다.

### DSC에 의한 호화 및 노화 특성

DSC(Differential Scanning Calorimetry, DSC-7 Series, Perkin Elmer, Waltham, USA)의 알루미늄 팬에 시료와 증류수(1:2 w/w)를 넣어 밀봉 후 2시간 방치하여 20°C부터 130°C까지 분당 10°C의 속도로 가열하여 각 시료의 호화온도와 엔탈피를 측정하였다. 노화정도는 냉장에서 7일 저장 후 시료를 취해 같은 방법으로 측정하였고, 재결정도를 산출하기 위해 초기 호화엔탈피와 냉장에서 7일 저장 후 측정된 엔탈피의 변화를 %로 나타내었다.

### 수분함량 측정

제조한 백설기의 수분함량은 시료 3 g을 적외선 수분측정

기(MB45, Ohaus, Pine Brook, USA)를 사용하여 시료별로 각 3회 반복 측정하여 그 평균값을 구하였다.

#### 수분활성도 측정

수분활성도는 Aw meter(Aquaspector-AQS-2-TC, Human Corporation, Seoul, Korea)를 사용하여 측정하였다. 측정기기의 내부의 이물질을 완전히 제거하고 chamber 내의 시료를 70% 이상 담고 수분활성도 측정하였다. 이때 온도조건은 23.0°C의 상온에서 상대습도와 평형을 이루며 실험은 각 3회 반복 측정하여 평균값을 구하였다.

#### 색깔 측정

색깔은 색차계(CR-300, Minolta, Osaka, Japan)를 이용하여 3회 반복 측정하였다. Hunter L값은 명도를 나타내는 것으로 0(black)에서 100(white)까지의 값을 나타내며, a값은 시료 색의 적색도(redness)를 나타내는 것으로 -80(green)에서 100(red), b값은 황색도(yellowness)를 나타내는 것으로 -80(blue)에서 70(yellow)의 값을 나타낸다. 표준 백색판(white standard plate)은 L: 96.86, a: -0.07, b: 2.02 나타내었다.

#### 조직감 측정

백설기의 물리적 특성을 알아보기 위하여 Texture analyzer(TA XT-2, Stable Micro Systems, Godalming, England)를 사용하여, 경도(hardness), 탄력성(springiness), 응집성(cohesiveness), 검성(gumminess), 씹힘성(chewiness)을 측정하였다. 일정한 크기(3×3×2 cm)의 시료를 40 mm probe를 이용하여 TPA(texture profile analysis)모드에서 2회 반복압착시험을 시행하였다. 이때 탐침의 이동속도는 2.0 mm/s, 변형율은 25%였으며 실험 결과는 5회 반복 측정하여 평균값을 사용하였다.

### 결과 및 고찰

#### RVA 호화특성

백설기 제조에 기본적으로 사용되는 쌀가루, 설탕 및 소금을 혼합한 대조군과 기본 배합에 효소제, 트레할로스 및 효소제와 트레할로스를 함께 첨가한 실험군으로 구분하였으며, RVA로 측정한 각 시료의 시간에 따른 점도 변화에서

호화개시온도, 최고점도, breakdown, setback 등의 호화특성을 나타냈다(Table 2). 호화개시온도는 대조군 71.00°C, 효소제를 첨가한 시료 70.15°C, 트레할로스를 첨가한 시료 70.25~71.05°C, 효소제와 트레할로스를 함께 첨가한 시료 70.20~71.05°C로 나타났다.

Peak, trough 및 final viscosity의 점도변화는 전체적으로 대조군 시료가 높게 나타났고 효소제, 트레할로스, 효소제와 트레할로스를 함께 첨가한 시료에서는 낮게 나타났다. 이러한 점도변화로부터 나타낸 breakdown(peak-trough)은 호화 중에 전분의 열과 전단에 의한 저항을 나타내는 정도(21)로 대조군이 51.92 RVU, 효소제를 첨가한 시료는 56.42 RVU로 나타나 효소제를 첨가한 시료에서 높게 나타났다. 반면 트레할로스를 3%, 6%로 첨가한 시료에서는 36.33, 34.33 RVU로 나타나 트레할로스의 첨가에 따라 감소하는 경향을 나타냈다. 효소제와 트레할로스 3%, 6%를 함께 첨가한 시료는 각각 56.00, 45.75 RVU로 나타나 트레할로스를 단독으로 첨가했을 때보다 증가하는 경향을 나타냈다.

노화의 정도를 나타내는 setback(final viscosity-trough)은 대조군이 95.25 RVU, 효소제를 첨가한 시료는 78.17 RVU로 나타났다. 또한 트레할로스를 3%, 6%를 첨가한 시료에서는 각각 86.75, 84.83 RVU로 나타났다. 효소제와 트레할로스 3%, 6%를 함께 첨가한 시료에서는 74.00, 73.67 RVU로 나타났다.

효소제와 트레할로스의 첨가는 백설기 주원료인 쌀가루의 점도변화에 영향을 미쳐 peak, trough 및 final viscosity의 감소가 나타났다. 또한 가공의 안정도를 나타내는 breakdown은 트레할로스 사용에 따라 감소하였으나 효소제 첨가시 증가가 나타났다. 노화정도를 나타내는 setback은 효소제 및 당류를 첨가함으로써 감소되었고, 효소제와 트레할로스를 함께 첨가하여 사용하였을 때 더 감소하는 것으로 나타났다.

Yoo와 Kim(10)은 올리고당을 첨가하여 쌀가루의 호화특성을 비교하였을 때 싸이클로덱스트린을 첨가한 쌀가루는 breakdown이 증가되어 호화를 촉진하고, setback은 감소되어 노화를 지연시킨다고 보고하였다. 본 실험에서 사용한 트레할로스는 쌀가루의 breakdown을 감소시키지만 트레할

Table 2. RVA (Rapid Visco Analyzer) pasting characteristics of rice flour with trehalose and enzyme

Sample <sup>1)</sup>	Pasting Temp. (°C)	Viscosity (RVU) <sup>2)</sup>				
		Peak	Trough	Final viscosity	Breakdown	Setback
Control	71.00±0.49 <sup>a3)</sup>	189.00±5.23 <sup>a</sup>	137.08±2.49 <sup>a</sup>	232.33±1.76 <sup>a</sup>	51.92±3.98 <sup>a</sup>	95.25±1.34 <sup>a</sup>
Enzyme	70.15±0.43 <sup>a</sup>	151.25±2.10 <sup>c</sup>	94.83±1.74 <sup>c</sup>	173.00±2.81 <sup>d</sup>	56.42±1.39 <sup>a</sup>	78.17±0.59 <sup>c</sup>
T 3%	71.05±0.22 <sup>a</sup>	169.42±2.85 <sup>b</sup>	133.08±0.67 <sup>a</sup>	219.83±0.19 <sup>b</sup>	36.33±0.48 <sup>c</sup>	86.75±0.33 <sup>b</sup>
T 6%	70.25±0.03 <sup>a</sup>	161.83±1.01 <sup>b</sup>	127.50±2.48 <sup>b</sup>	212.33±2.86 <sup>c</sup>	34.33±1.17 <sup>c</sup>	84.83±1.08 <sup>b</sup>
E+T 3%	71.05±0.48 <sup>a</sup>	139.42±1.83 <sup>d</sup>	83.42±1.98 <sup>d</sup>	157.42±2.77 <sup>f</sup>	56.00±2.72 <sup>a</sup>	74.00±1.26 <sup>d</sup>
E+T 6%	70.20±0.55 <sup>a</sup>	138.25±1.06 <sup>d</sup>	92.50±0.63 <sup>c</sup>	166.17±3.47 <sup>e</sup>	45.75±1.49 <sup>b</sup>	73.67±0.90 <sup>d</sup>

<sup>1)</sup>Refer to Table 1.

<sup>2)</sup>RVU: rapid visco units.

<sup>3)</sup>Values with different alphabets within a column are significantly different at p<0.05 level by Duncan's multiple range test.

Table 3. DSC (Differential Scanning Calorimetry) melting characteristics of *Backsulgie* and retrograded *Backsulgie*

Sample <sup>1)</sup>	<i>Backsulgie</i>				Retrograded <i>Backsulgie</i> <sup>2)</sup>				Recrystallinity (%) <sup>4)</sup>
	Temperature (°C)			$\Delta H$ <sup>3)</sup>	Temperature (°C)			$\Delta H$ <sup>2)</sup>	
	Onset temp.	Peak	Conclusion		Onset temp.	Peak	Conclusion		
Control	63.64	71.74	79.29	5.24	63.64	71.74	79.29	5.24	96.52
Enzyme	63.27	72.08	78.59	4.78	63.27	72.08	78.59	4.78	88.01
T3%	64.56	72.08	78.54	4.60	64.56	72.08	78.54	4.60	87.41
T6%	64.66	72.25	78.71	4.51	64.66	72.25	78.71	4.51	84.95
E+T3%	63.78	71.40	78.19	4.42	63.78	71.40	78.19	4.42	64.46
E+T6%	64.04	72.40	78.62	4.25	64.04	72.40	78.62	4.25	59.30

<sup>1)</sup>Refer to Table 1. <sup>2)</sup>Retrograded *Backsulgie*: storage at 4°C for 7 days. <sup>3)</sup> $\Delta H$ : melting enthalpy (J/g).

<sup>4)</sup>Recrystallinity =  $\frac{\Delta H \text{ for retrograded } \textit{Backsulgie}}{\Delta H \text{ for native } \textit{Backsulgie}} \times 100$ .

로스과 효소제를 함께 첨가함으로써 breakdown이 증가되었고, setback은 더욱 감소하여 쌀가루의 호화촉진과 노화억제에 효과적인 것으로 나타났다. 이러한 노화억제 효과는 백설기의 물리적 경도를 측정하였을 때 효소제와 트레할로스를 함께 첨가한 시료에서 경도변화가 가장 완만하게 나타난 결과와도 일치하였다.

#### DSC 호화 및 노화특성

백설기의 호화 및 노화 특성을 DSC로서 측정하여 호화개시온도(onset temperature), 최고온도(peak temperature), 호화종결온도(conclusion temperature) 그리고 엔탈피( $\Delta H$ )를 나타내었다. 초기호화특성을 측정한 결과(Table 3), 호화개시온도는 대조군 63.64°C, 효소제를 첨가한 시료 63.27°C로 나타나 효소제를 첨가한 시료가 낮게 나타났다. 반면 트레할로스 3%, 6%를 첨가한 시료는 각각 64.56°C, 64.66°C로 대조군보다 높게 나타났다. 또한 효소제와 트레할로스 3%, 6%를 함께 첨가한 시료는 각각 63.78°C, 64.04°C로 대조군보다 높게 나타났지만 트레할로스를 첨가한 시료들보다 낮게 나타났다. 최고온도는 효소제와 트레할로스를 첨가한 시료들에서 대조군보다 높아지는 경향을 보였으며, 종결온도는 대조군보다 낮아지는 경향을 나타냈다. 또한 엔탈피도 효소제와 트레할로스를 첨가한 시료들에서 감소하는 경향을 보였으며 특히 효소제와 트레할로스 6%를 함께 첨가한 시료에서 4.25로 가장 낮게 나타났다. 이러한 엔탈피감소는 전분의 결정구조에서 기인하므로 트레할로스과 효소제 첨가에 의한 전분의 함량감소는 전분의 엔탈피 감소가 예상되었고 본 실험 결과와 일치하였다. 반면 올리고당을 첨가한 가래떡에서 엔탈피가 상승되었다는 Son 등(9)의 연구와는 다른 결과를 나타냈다.

노화된 정도를 나타내기 위해 4°C 냉장에서 7일 저장 후 다시 DSC를 이용하여 측정하였다(Table 3). 전체적인 온도(호화개시온도, 최고온도, 종결온도)는 초기온도보다 낮은 영역에서 관찰되었고, 엔탈피는 초기에 측정된 수치보다 감소된 값을 나타냈다. 재결정도는 대조군과 효소제를 첨가한 시료보다 낮게 나타나 트레할로스 3%, 6%를 첨가한 시료는 각각 87.41%, 84.95%로 나타났다. 또한 효소제와 트레할로

스 3%, 6%를 함께 첨가한 시료는 각각 64.46%, 59.30%로 조사되어 재결정도가 가장 낮게 나타났다. 노화현상을 예측하기 위해 재결정도를 산출한 결과, 트레할로스를 첨가한 시료에서 낮은 비율로 나타났으며, 효소제와 트레할로스 6%를 함께 첨가한 시료에서 재결정도가 가장 낮게 나타났다. 이러한 효소제와 트레할로스의 복합처리에 따른 노화억제현상은 효소에 의한 전분구조의 변화와 트레할로스가 경쟁적으로 수분과 결합을 하여 전분이 이용할 수 있는 수분이 더욱 감소하게 되고 전분분자 상호간의 회합이 어려워져 새로운 미셀(micell) 구조의 형성이 용이하지 않아 노화가 지연되는 것으로 사료된다. 본 실험에서 효소제와 트레할로스 첨가에 따른 전분의 노화억제는 Slade와 Levine이 당류가 전분질 식품에 대해 노화억제효과를 나타낸다고 보고한 것 과도 일치하였다(9).

#### 수분함량의 변화

효소제와 트레할로스를 첨가하여 제조한 백설기의 수분함량의 변화를 나타내었다(Fig. 1). 제조한 백설기의 저장기간에 따른 수분함량의 변화는 저장 1일째 시료간의 유의적 차이 없이 같은 수준으로 나타났다( $p > 0.05$ ). 저장 4일째의 수분함량은 효소제, 트레할로스, 효소제와 트레할로스를 함께 첨가한 시료에서 수분함량의 감소가 나타났고 시료에 따른 유의적 차이가 나타났다( $p < 0.05$ ). 트레할로스를 첨가하여 제조한 백설기는 저장 중 수분함량의 감소가 나타났다는 Kim과 Noh(14)의 연구와 같은 경향을 보였다. 저장 1일과 4일의 수분함량 변화를 보면 대조군의 경우 1.22%의 감소가 나타났고 트레할로스, 효소제, 효소제와 트레할로스를 함께 첨가한 시료는 0.32~0.97%의 감소가 나타났다. 따라서 백설기의 제조에서 효소제나 트레할로스의 첨가는 초기 수분함량 변화에 큰 영향을 주지 않으며, 저장 시 수분함량의 감소를 억제하는 것으로 사료된다.

#### 수분활성도

효소제와 트레할로스를 첨가하여 제조한 백설기의 수분활성도(Aw)의 변화를 나타내었다(Fig. 2). 저장 1일째 대조군은 0.970, 효소제를 첨가한 시료는 0.978, 트레할로스를 첨가한 시료는 0.973~0.975, 효소제와 트레할로스를 함께 첨

가한 시료는 0.971~0.974로 나타나 효소제와 트레할로스를 첨가한 시료들은 대조군보다 높은 값을 보였다. 저장 4일째

에 모든 시료들에서 수분활성도가 감소되었고 대조군은 0.953, 효소제, 트레할로스, 효소제와 트레할로스를 함께 첨가한 시료들은 0.962~0.965로 나타났다. 따라서 백설기 제조 시 효소제와 트레할로스의 첨가는 수분활성도를 증가시키는 것으로 사료된다.

**색깔**

효소제와 트레할로스를 사용하여 제조한 백설기의 색깔의 변화를 나타내었다(Table 4). 저장 1일째 명도는 시료 간에 유의적 차이가 나타나지 않았고, 적색도와 황색도는 대조군 시료와 비교하였을 때 효소제, 트레할로스, 효소제와 트레할로스를 함께 첨가한 시료에서 유의적인 증가가 나타났다( $p < 0.05$ ). 특히 황색도의 경우 효소제와 트레할로스를 첨가한 시료에서 높은 값을 보였으며 효소제와 트레할로스를 함께 사용하였을 때 더 높은 값을 나타냈다. Yoo와 Kim(10)에 따르면 올리고당을 첨가하였을 때 백설기의 명도는 낮아졌고 황색도는 증가한다고 하였고, Park 등(22)은 당알코올류의 하나인 maltitol을 첨가해 가래떡을 제조하였을 때 색도변화가 억제된다고 보고하였다. 또한 Koh(23)는 효소를 첨가하여 백설기를 제조하였을 때 명도의 감소와 황색도의 증가가 나타났으며, 이러한 결과는 효소작용으로 생성된 환원당이 떡의 제조과정에서 갈변현상을 일으킴으로써 형성된 색소에 의한 현상이라고 하였다.

저장 4일째 명도, 적색도 및 황색도의 감소가 나타났다. 명도는 대조군 87.68, 트레할로스 3%, 6%를 첨가한 시료는 각각 87.85, 87.51로 나타나 대조군과 같은 수준으로 나타났으며, 효소제를 첨가한 시료들은 낮은 값을 나타냈다( $p < 0.05$ ). 적색도는 효소제와 트레할로스를 함께 첨가한 시료가 높게 나타났으며, 황색도는 시료간의 유의적 차이가 나타나지 않았다( $p > 0.05$ ).

따라서 백설기 제조 시 효소제와 트레할로스의 첨가는 초기색도변화에 영향을 주지만, 효소제는 백설기의 저장 중

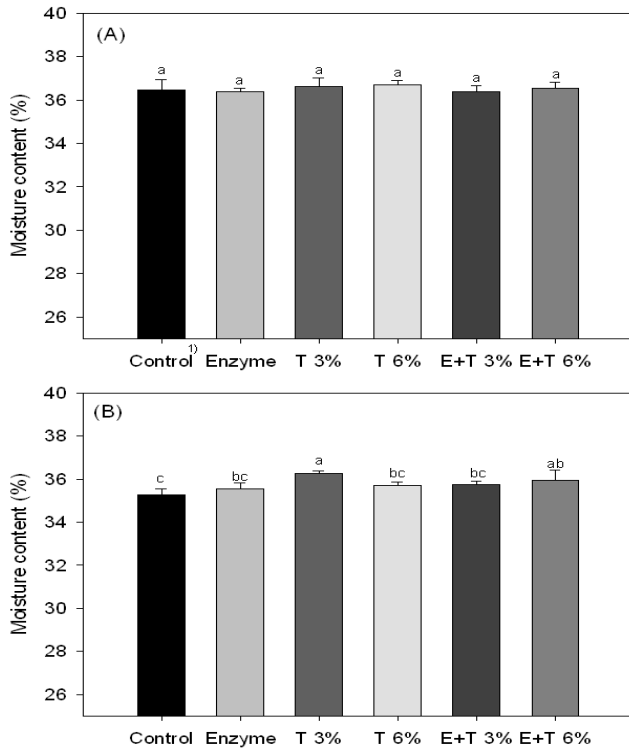


Fig. 1. Moisture content of *Backsulgie* during storage at 25°C. <sup>1)</sup>Refer to Table 1. A: 1 day storage time. B: 4 day storage time.

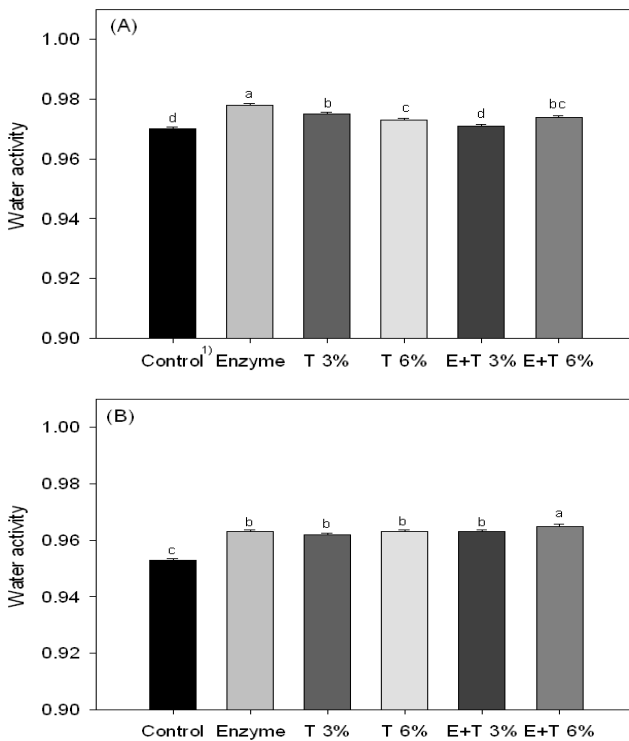


Fig. 2. Water activity of *Backsulgie* during storage at 25°C. <sup>1)</sup>Refer to Table 1. A: 1 day storage time. B: 4 day storage time.

Table 4. Hunter's color value of *Backsulgie* during storage at 25°C

Sample <sup>1)</sup>	Storage time (day)	Hunter's color value		
		L	a	b
Control	1	88.65 ± 0.70 <sup>a2)</sup>	0.07 ± 0.04 <sup>b</sup>	6.82 ± 0.08 <sup>b</sup>
Enzyme		88.40 ± 0.20 <sup>a</sup>	0.14 ± 0.06 <sup>ab</sup>	7.29 ± 0.31 <sup>a</sup>
T3%		88.31 ± 0.24 <sup>a</sup>	0.12 ± 0.02 <sup>ab</sup>	7.14 ± 0.23 <sup>ab</sup>
T6%		88.23 ± 0.12 <sup>a</sup>	0.15 ± 0.05 <sup>ab</sup>	7.17 ± 0.16 <sup>ab</sup>
E+T3%		88.00 ± 0.65 <sup>a</sup>	0.19 ± 0.05 <sup>a</sup>	7.42 ± 0.26 <sup>a</sup>
E+T6%		88.09 ± 0.29 <sup>a</sup>	0.17 ± 0.08 <sup>ab</sup>	7.47 ± 0.12 <sup>a</sup>
Control	4	87.68 ± 0.45 <sup>a</sup>	0.04 ± 0.03 <sup>c</sup>	6.72 ± 0.38 <sup>a</sup>
Enzyme		86.90 ± 0.30 <sup>b</sup>	0.10 ± 0.05 <sup>ab</sup>	6.87 ± 0.07 <sup>a</sup>
T3%		87.85 ± 0.20 <sup>a</sup>	0.03 ± 0.03 <sup>c</sup>	6.99 ± 0.12 <sup>a</sup>
T6%		87.51 ± 0.44 <sup>a</sup>	0.04 ± 0.01 <sup>c</sup>	6.96 ± 0.05 <sup>a</sup>
E+T3%		87.04 ± 0.40 <sup>b</sup>	0.11 ± 0.01 <sup>a</sup>	6.78 ± 0.10 <sup>a</sup>
E+T6%		86.99 ± 0.11 <sup>b</sup>	0.06 ± 0.02 <sup>bc</sup>	6.71 ± 0.03 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup>Refer to Table 1.

<sup>2)</sup>Values with different alphabets within a column are significantly different at  $p < 0.05$  level by Duncan's multiple range test.

황색도의 안정화와 트레할로스는 백설기의 저장 중 명도의 안정화에 기여하는 것으로 사료된다.

조직감

효소제와 트레할로스를 첨가하여 제조한 백설기의 조직감 변화를 25°C에서 보관하며 저장기간에 따라 측정하여 나타내었다(Fig. 3). Hardness(경도)의 변화는 대조군이 초기 616 g에서 저장 1일째 3880 g, 2일째 5184 g, 3일째 6062 g, 4일째 7439 g으로 저장기간에 따라 급격히 증가하였다. 효소제를 첨가한 시료는 초기 568 g으로 나타났고 저장기간에 따라 증가하여 4일째에 5412 g으로 나타나 대조군보다 경도변화가 완만하게 나타났다. Sohn과 Lee(19)는 떡 제조에  $\beta$ -amylase를 첨가하였을 때 저장기간에 따른 경도변화가 완만하게 나타나 노화가 억제됨을 알 수 있었고 효소 첨가량이 많을수록 그 효과가 크게 나타난다고 보고하였다. 트레할로스를 첨가한 시료도 경도변화가 완만하게 나타났으며, 첨가량이 증가하였을 때 더 낮은 값을 보였다. Yoo와 Kim(10)은 백설기 저장 시 저장기간이 지날수록 백설기의 경도는 유의적으로 그 값이 커졌으며, 올리고당을 첨가하여 제조하였을 때 경도가 낮은 값을 보였고 첨가량이 증가하였을 때 더 낮은 값을 보였다는 보고와 같은 결과였다. 효소제와 트레할로스를 함께 첨가한 시료에서 경도변화가 더욱 완만하게 나타났고 효소제와 트레할로스 6%를 첨가한 시료가 가장 낮은 값을 보였다.

탄성은 전체적으로 저장기간에 따라 감소하는 경향을 나타냈다. 대조군이 효소나 당류를 첨가한 시료보다 낮게 나타났고 효소제, 당류, 효소제와 당류를 함께 첨가한 시료들에서는 일정한 경향을 나타내지 않았다.

응집성은 전체적으로 저장기간에 따라 감소하는 경향을 나타냈다. 대조군이 초기 0.869, 1일째 0.749, 2일째 0.639, 3일째 0.576으로 감소하였으나 4일째 0.631로 증가하였다. 효소제, 당류, 효소제와 당류를 첨가한 시료들에서는 저장기간에 따라 감소하였고, 이들 시료들은 일정한 경향을 나타내지 않았다. Lee와 Nam(24)은 트레할로스를 첨가한 가래떡의 경우 저장기간이 길어질수록 응집성이 감소한다는 연구와 같은 결과였다. 따라서 탄성과 응집성은 대조군과 비교하였을 때 차이가 나타났지만, 당의 종류나 첨가량에 따른 차이는 나타나지 않았다.

검성은 경도×응집성으로 나타내는데 저장기간에 따른 변화 양상이 경도와 유사하게 나타났다. 대조군이 초기 511에서 저장 4일째 4494로 가장 큰 변화를 나타냈고 효소제, 트레할로스, 효소제와 트레할로스를 함께 첨가한 시료들에서 저장기간에 따른 변화가 작게 나타났다. 특히 효소제와 트레할로스를 함께 첨가한 시료들에서 그 변화가 가장 작았다.

씹힘성은 검성×탄성으로 나타내어지며 저장기간에 따른 변화 양상이 검성과 유사하게 나타났다. 대조군이 초기 490

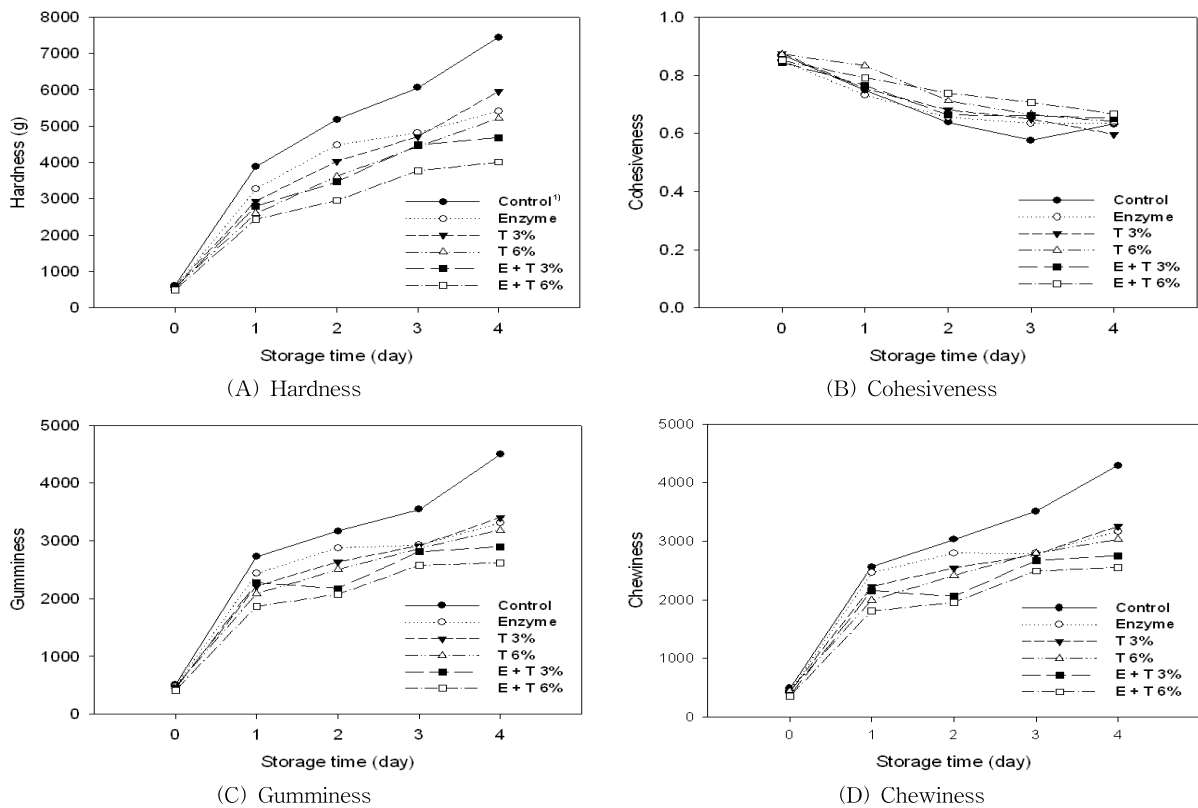


Fig. 3. Texture characteristics of Backsulgie during storage at 25°C. <sup>1)</sup>Refer to Table 1.

에서 저장 4일째 4292로 가장 큰 변화를 나타냈고, 대조군을 제외한 다른 시료들에서 씹힘성의 변화가 작게 나타났다. 트레할로스의 경우 씹힘성의 감소가 나타났다.

백설기와 같이 전분이 주성분인 식품의 경도 증가 현상은 호화된 상태의 전분이 수소결합 등에 의해 에너지가 낮은 상태인 결정 상태로 돌아가려는 성질에 의한 것이며, 이 과정 중에 발생하는 전분 분자구조의 변화 때문에 발생한다(25). 또한, 백설기의 저장 중 수분함량의 감소가 크게 나타나지 않았으므로 백설기 내부의 전분 분자구조의 변화가 나타나 경도가 증가된 것으로 사료된다.

하지만 효소제와 트레할로스를 첨가하여 제조한 백설기는 대조군보다 저장기간 전반에 걸쳐 낮은 변화율을 보이므로 전체적인 백설기 품질의 안정화에 기여할 것으로 사료되며, 이런 안정화 효과는 효소제와 트레할로스 6%를 함께 첨가하였을 때 그 효과가 큰 것으로 나타났다.

## 요 약

본 연구에서는 백설기의 품질변화를 최소화할 수 있는 방법으로 효소제(BS-300 0.3%)와 트레할로스(trehalose 3%, 6%)를 첨가한 6가지의 백설기를 제조하여 품질변화를 관찰하였다. 쌀가루의 RVA호화특성을 조사한 결과, 효소제와 트레할로스를 첨가한 쌀가루는 가공의 안정도가 높아지고, 노화도가 감소되는 것으로 나타났다. DSC를 이용하여 백설기의 노화정도를 비교한 결과, 효소제와 트레할로스를 첨가한 시료에서 노화억제 효과가 나타났고 효소제와 트레할로스 6%를 함께 첨가한 시료에서 가장 큰 효과가 나타났다. 제조한 백설기의 저장기간에 따른 품질변화는 효소제와 트레할로스의 병행처리가 보수성을 향상시키며 색도 및 경도 변화를 억제하는 것으로 나타났다. 따라서 백설기의 품질개선에 가장 효과적인 배합비는 효소제 0.3%와 트레할로스 6%가 함께 첨가된 백설기로 나타났다.

## 감사의 글

본 연구는 충청대학 교내연구비 지원에 의해 일부 수행되었기에 이에 감사드립니다.

## 문 헌

- Bainotti AE, Perez ES. 2000. Microbiological evaluation of processed rice consumed in Japan. *Word J Microb Biot* 16: 77-79.
- Lee HY. 2001. Prospect and current status of rice products. Report of Korea Food Research Institute. Seongnam, Korea. p 15-20.
- Choi BK, Kum JS, Lee HY, Park JD. 2005. Quality characteristics of rice cake (*Backsulgi*) according to milling type and particle size. *Korean J Food Preserv* 12: 230-234.
- Ryu GH, Park JY. 2006. Effect of steaming pressure and time and storage period on quality characteristics of *Baeksulgi*. *Korean J Food Preserv* 13: 174-179.
- Han SH, Oh MS. 2002. A comparative study on quality characteristics of *Baeksulgi* (traditional Korean rice cake) made of imported and domestic rices (Chuchung byeo). *Korean J Food Cookery Sci* 18: 548-555.
- Lee JY, Koo SJ. 1994. A study on the effect of addition of dietary fibers on quality of Julpyun. *Korean J Soc Food Sci* 10: 267-276.
- Russell PL, Oliver G. 1989. The effect of pH and NaCl content on starch gel aging. *J Cereal Sci* 10: 123-138.
- Hwang JK. 1996. Physicochemical properties of dietary fibers. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 25: 715-719.
- Son HS, Park SO, Hwang HJ, Lim ST. 1997. Effect of oligo-saccharide syrup addition on the retrogradation of a Korean rice cake (Karedduk). *Korean J Food Sci* 29: 1213-1221.
- Yoo JN, Kim YA. 2001. Effect of oligosaccharide addition on gelatinization and retrogradation of *Baeksulgi*. *Korean J Food Cookery Sci* 17: 156-164.
- Kong JY. 2007. *New informations of oligosaccharides*. Yelimidia, Seoul, Korea. p 250-263.
- Kim DH. 2005. *Food Chemistry*. Tamgudang, Seoul, Korea. p 247.
- Roger B. 1991. Trehalose, a new approach to premium dried foods. *Trends Food Sci Technol* 2: 166-169.
- Kim HY, Noh KS. 2008. Effect of trehalose on the shelf-life of *Baeksulgi*. *Korean J Food Cookery Sci* 24: 912-918.
- Martin ML, Hoseney RC. 1991. A mechanism of bread firming. II. Role of starch hydrolyzing enzymes. *Cereal Chem* 68: 503-507.
- Akers AA, Hoseney RC. 1994. Water-soluble dextrans from  $\alpha$ -amylase treated bread and their relationship to bread firming. *Cereal Chem* 71: 223-227.
- Carroll JO, Boyce COL, Wong TM, Strace CA. 1987. Bread antistaling method. *US Patent* 4,654,216.
- Slominska L, Maczynski M. 1985. Studies on the application of pullulane in starch saccharification process. *Starch* 37: 386-390.
- Sohn CB, Lee SM. 1994. Effect of retrograde restraint of rice cake using raw starch saccharifying  $\beta$ -amylase from *Bacillus polymyxa* No. 26. *Korean J Food Sci Technol* 26: 459-463.
- Song JC, Park HJ. 2003. Effects of starch degradation enzymes on the retrogradation of a Korean rice cakes. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32: 1262-1269.
- Kim JS, Shin MS. 2006. Quality characteristics of cookies with resistant starches. *Korean J Food Cookery Sci* 23: 659-665.
- Park JW, Park HJ, Son JC. 2003. Suppression effect of maltitol on retrogradation of Korean rice cake. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32: 175-180.
- Koh BK. 1999. Development of the method to extend shelf life of *Baeksulgi* with enzyme treatment. *Korean J Soc Food Sci* 15: 533-538.
- Lee HJ, 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.
- Garcia-Alonso A, Jimenez-Escrig A, Martin-Carron N, Bravo L, Saura-Calixto F. 1999. Assessment of some parameters involved in the gelatinization and retrogradation of starch. *Food Chem* 66: 181-187.