

트레할로스를 첨가한 쌀식빵의 품질특성

배대석 · 이진식[†]

위덕대학교 외식산업학부

(2018년 5월 10일 접수: 2018년 6월 21일 수정: 2018년 6월 27일 채택)

A study on the Quality Characteristics of Rice Bread Containing Trehalose

Dae Seok Bae · Jin Shik Lee[†]

*Division of Food Service Industry, Uiduk University,
Gyeongju, Gyeongbuk, 38004, Korea*

(Received May 10, 2018; Revised June 21, 2018; Accepted June 27, 2018)

요약 : 본 연구는 설탕의 일부를 트레할로스로 치환하여 제조한 쌀식빵의 품질을 검토한 것이다. 쌀식빵의 맛과 품질을 새롭게 하고 노화 억제 효과가 있는 트레할로스를 설탕 사용량의 25%(Ts25), 50%(Ts50), 75%(Ts75)를 트레할로스로 각각 치환하여 제품을 제조한 다음 상온에서 0, 2, 4일간 저장하면서 경시변화를 확인하였다. 쌀식빵의 비체적은 트레할로스를 첨가한 쌀식빵의 경우 대조군의 97%로 약간 줄어든 결과를 보였으나 경시적인 변화는 감소율이 적은 것으로 나타났다. 수분함량 또한 0일 차에는 대조군과 트레할로스 첨가 시료 간 차이가 없었지만 트레할로스 첨가 시료의 수분함량은 경시변화가 작아 보습 효과가 나타났다. 쌀식빵의 경도는 트레할로스를 첨가한 시료에서 대조군보다 유의적으로 낮아 트레할로스의 첨가는 쌀식빵 경도를 낮추어 주는 효과가 있음을 알 수 있었다. 관능검사 결과 쌀식빵의 맛은 대조군에 비해 Ts50의 시료가 가장 좋은 것으로 나타났으며 경시변화를 살펴보면 대조군의 경우 2일차, 4일차에서 크게 감소하였지만 트레할로스 첨가 시료는 맛의 감소가 적은 것으로 나타났다. 풍미와 질감, 전반적인 기호도에서도 트레할로스 첨가 시료가 대조군보다 전반적으로 좋다고 나타나 대조군에 비해 시간이 경과할수록 품질이 유지 또는 증가하는 것을 볼 수 있었다. 트레할로스 첨가는 품질 지속시간 증가에 따른 상품성을 기대할 수 있어 제과·제빵 관련 상품개발에 활용할 수 있을 것이다.

주제어 : 트레할로스, 쌀식빵 품질, 설탕치환, 물리적특성, 관능검사

Abstract : This study was conducted to evaluate the quality characteristics. Trehalose was used to manufacture rice bread in two ways: one was to substitute trehalose for sugar by (0, 25, 50, and 75%) trehalose in each sample and the other was to analyze the temporal changes in rice

[†]Corresponding author
(E-mail: jslee@uu.ac.kr)

bread on Day 0, on Day 2, and on Day 4. The results concerning the characteristics of specific volumes, water content, water activity, variation in weight and height, physical property test, and sensory test and measurements of the temporal changes are as follows: First, as for variation in specific volumes, rice bread containing trehalose had the content and temporal changes decrease significantly ($p < 0.001$). Second, as for texture, a higher trehalose content led to a slightly lower level of hardness. As for the temporal changes, addition of trehalose is generally effective in decreasing hardness of rice bread. the sample containing trehalose showed an almost similar value. The control group not containing trehalose showed the significantly lowest level of cohesiveness, springiness, Chewiness. Finally, the sensory evaluations revealed that the taste, Flavor, and Sweetness was at a significantly higher level in the group with trehalose substituted for sugar than in the control group. An increase in the trehalose content led to an increase in overall eating quality.

Keywords : Trehalose, Rice Bread, Sugar substitution, Quality Characteristics, Sensory test

1. 서론

우리나라 식생활 형태가 점차 서구화되고 또 건강을 생각하는 품질 위주의 식사로 바뀌어 가고 있다. 이와 함께 간편한 식사대용은 물론 간식, 기호용으로 다양한 빵의 소비가 증가하고 있다[1]. 이러한 추세는 밀가루의 소비 증가와 함께 쌀 소비의 급격한 감소로 이어지게 되었다. 쌀의 잉여 문제를 해결하기 위한 다양한 해법의 일환으로 쌀을 제빵에 적용하는 연구가 수행되어 왔다[2-4]. 또한 밀가루에 대한 거부감이 있는 사람들을 위한 대체품으로 쌀빵의 제조가 연구되었다[5-6]. 쌀가루를 주재료로 한 빵의 특징은 쌀 특유의 찰진 식감과 풍미를 살려 새로운 맛의 빵 제조가 가능하다는 것이지만 쌀가루의 노화로 인한 품질 유지기간이 짧다는 단점이 있다. 이를 보완하기 위하여 다양한 첨가제를 사용한 품질 개선 연구가 진행되어 왔지만 많지 않은 편이다[7-8]. 이러한 전분의 노화 현상에는 당류의 첨가가 유효하다는 것이 알려져 있으며 그 중 트레할로스는 노화억제 등 다양한 기능을 가진 이당류로 알려져 있다[9].

한편 성인병예방 등의 이유로 설탕의 과다 섭취는 큰 사회적 문제로 인식되고 있다[10-11]. 설탕의 섭취를 줄여야 하는 사람들에게 기존 당류의 단점인 고당도 문제를 해결하면서 단맛은 유지할 수 있는 새로운 설탕 대체 감미료를 식품에 첨가하는 것에 대한 관심도 높아지고 있다.

설탕의 대체 감미료로도 알려진 트레할로스

(D-glucopyranosil-1, 1-D-glucopyranoside)는 설탕의 45% 정도의 감미도를 보이고 인체에 흡수되어 에너지원으로 이용되며 설탕에 비해 인슐린 분비가 완만하다는 특성이 있다[12]. 뿐만 아니라 단백질변성 억제, 전분 노화 억제, 보습성 유지 등의 다양한 식품기능을 나타내며 이러한 기능은 포도당 2분자가 α -1,1 결합을 하고 있는 특이한 구조에서 유래한다.

트레할로스를 이용한 연구는 머핀의 물리적 특성[13], 양갱의 품질특성[14], 백설기의 품질특성[15-17], 떡의 노화 억제분석[18-21] 등의 연구가 진행되었다. 쌀을 주재료로 한 식빵의 제조[4] 등 쌀식빵에 대한 연구는 일부 이루어졌으나 쌀식빵의 단점인 노화현상의 해결과 설탕의 대체 감미료로서 트레할로스를 첨가한 구체적인 연구는 부족한 실정이다.

이에 본 연구는 노화억제에 대한 효과와 함께 설탕을 대체하는 저당 쌀식빵을 제조할 때 미치는 트레할로스의 효과를 검토하였다. 노화가 빠른 쌀식빵의 단점을 고려하여 설탕을 트레할로스로 치환하는 방법으로 트레할로스 첨가에 따른 품질 변화를 조사하였다. 아울러 관능검사를 실시하여 맛 등의 전반적인 기호도와 함께 경시변화를 확인하였다. 이에 따라 트레할로스 첨가가 기호도에 어떠한 영향을 미치는지 검토함으로써 설탕 대체 및 노화 억제 당류물질인 트레할로스의 효과를 확인하고, 기존 식빵과 대비되는 쌀식빵 품질특성을 제공하고자 한다.

2. 실험

2.1. 재료

본 실험에 사용한 트레할로스(㈜태산글로벌, 2017)는 분말형으로 사용하였다. 밀가루(강력분 1등급, 대한제분), 쌀가루(영양농협, 2017), 생이스트(제니코), 설탕(제일제당), 식염(천일염, 신안), 버터(롯데삼강), 탈지분유(서울우유), 계란(육오계란)을 사용하였다.

2.2. 트레할로스를 첨가한 식빵 제조

트레할로스를 첨가한 쌀식빵의 제조방법은 한국산업인력공단의 제빵기능사 표준레시피를 기준으로 하였고 예비실험을 통하여 재료의 혼합비율, 제조과정, 제품의 완성도 등을 확인하였다. 제조한 쌀식빵의 재료 혼합비는 Table 1에 제시하였다. 반죽은 직접 반죽법(straight dough method)으로 하였다. 반죽믹싱기(Daeyung Bakery Machinery Co. Ltd., Korea)에 버터를 제외한 다른 재료를 한꺼번에 모두 넣고 저속에서 1분, 중속 2분 동안 믹싱을 한 후 클린업 단계에서 버터를 첨가하고 중속 1분에서, 고속으로 6분 믹싱하였다.

최종 반죽온도는 27°C, 발효실 온도는 29°C, 상대습도 79% 설정하여 1차 발효를 60분간 하였다. 반죽을 600 g으로 분할하여 둥글리기를 하고 실온에서 15분간 중간발효 시켰다. 원방형로 정

형하고 식빵 틀에 팬닝한다. 2차 발효실 온도는 35°C, 상대습도 85% 설정하여 35분간 발효시켰다. 팬 높이 90%로 발효가 끝난 반죽을 오븐(Daeyung Bakery Machinery Co. Ltd., Seoul, Korea)의 윗불 온도를 180°C, 아랫불 온도를 170°C로 조정하여 예열된 오븐에 넣어 40분간 구웠다. 완전히 구워진 빵은 실온에서 천천히 식힌 후 폴리에틸렌 비닐을 이용하여 포장한 후 실험에 사용하였다.

2.3. 실험방법

2.3.1 비체적(Specific volume)

쌀식빵의 비체적은 Volscan profiler (Stable Micro System, Godalming, UK)를 이용하여 3회 측정하고 그 평균값을 나타내었다.

2.3.2 수분함량(Moisture content)

수분함량 측정은 쌀식빵의 크러스트 부분을 제거한 후 분쇄기(HMF-3150S, Hanil, Seoul, Korea)를 이용하여 10초 동안 분쇄한 것을 시료로 사용하였다. 시료는 130°C의 드라이오븐(OF-12GW, Jeio-Tech, Daejeon, Korea)에서 중량 변화가 없을 때까지 열풍 건조한 후 건조 전후의 무게를 측정하여 수분함량을 계산하였고 모든 시료는 3회 반복하여 측정하였다.

Table 1. Formulas for the rice flour breads prepared with different trehalose contents

Ingredients (g)	Sample ¹⁾			
	T0	Ts25	Ts50	Ts75
Wheat flour	113.8	113.8	113.8	113.8
Rice flour	49	49	49	49
Sugar	12	9	6	3
Salt	3	3	3	3
Yeast	5	5	5	5
Butter	8	8	8	8
Milk powder	6.6	6.6	6.6	6.6
Water	102	102	102	102
Trehalose	0	6	12	18

1) T0: Rice flour bread without trehalose

Ts25: Rice flour bread prepared with 25% replacement of sugar with trehalose

Ts50: Rice flour bread prepared with 50% replacement of sugar with trehalose

Ts75: Rice flour bread prepared with 75% replacement of sugar with trehalose

2.3.3 수분활성도(Water activity)

쌀식빵의 수분활성도는 Water activity meter (Aqua Lab PRE, Decagon Device, Washington, USA)를 사용하여 측정하였고 3회 반복측정한 후 평균값으로 나타내었다.

2.3.4 텍스처(Texture)

쌀식빵의 텍스처 측정은 Texture analyzer (TMS-PRO, Food Technology Co., Virginia, USA)를 사용하여 식빵의 중심을 지름 20 mm 원 통형 프로브를 사용하여 최대하중 25 N, Trigger force 0.03 N, Crosshead speed 60 mm/min, Strain 50%의 조건에서 경도(Hardness) 및 부착성(Adhesiveness), 응집성(Cohesiveness), 탄력성(Springiness), 씹힘성(Chewiness)의 변화를 3회 반복 측정한 다음 평균값으로 나타내었다.

2.3.5 관능검사

트레할로스를 첨가한 쌀식빵의 관능검사를 위한 검사원은 식품 및 식품영양 전공 대학생 20명(남학생 10명, 여학생 10명)을 대상으로 실시하였다. 각 시료는 3×3×2 cm 크기로 제공하였으며 표식은 세자리 난수표를 활용하여 제시하였으며 5점 척도(1:대단히 약함, 5:대단히 강함)로 구분하여 평가하였다. 평가항목은 맛(taste), 향(flavor), 질감(Graininess), 당도(Sweetness), 전반적 기호도(Overall eating Quality)이며 시료 간에는 앞 시료의 냄새와 맛의 영향을 최소화하기 위해 충분한 휴식 시간을 가진 후 검사를 시행하였고 각 시료 간에는 생수를 이용하여 입안을 충분히 헹군 다

음 검사하도록 하였다.

2.3.6 통계처리

각 실험에서 얻은 결과는 SPSS 15.0 통계 package를 사용하였으며 전체 시료간 차이에 대한 유의성은 분산분석(ANOVA)을 통해 시행하였고 각 시료간의 차이를 Duncan의 다범위 검증(Duncan's multiple range test)으로 5% 범위($p < 0.05$) 내에서 통계적으로 유의성이 있는지 검증하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 비체적

단위질량의 물체가 점하는 체적인 비체적을 이용하여 트레할로스를 첨가한 쌀식빵의 비체적 변화를 측정하였고 그 결과를 Table 2에 나타내었다.

대조군의 비체적을 100으로 하였을 때에 비해 설탕 25%, 50%, 75%를 트레할로스로 치환한 쌀식빵의 비체적이 평균 97%로 약간 줄어든 결과를 보였다. 이러한 결과는 Kang 등[22]의 쌀식빵 적성 비교연구에서 제시한 발효 과정에서 팽창이 저하되고 또 입자간 응집력 증가에 따른 빵 부피가 감소하여 비교적 조밀한 내부 구조를 만들기 때문이라고 한 결과와 일치하였다.

한편 경시적인 비체적의 변화는 대조군이 4일 차에 98.8% 감소하였지만 Ts25 시료가 99.2%, Ts75 시료가 99.4% 감소하여 트레할로스 첨가 쌀식빵의 경시적 비체적 감소는 작은 것으로 나

Table 2. The specific volume of the rice flour bread prepared with different trehalose contents during storage

Sample	Storage day			F-value
	0	2	4	
T0	3.547±0.076 ^a	3.530±0.084 ^a	3.507±0.069 ^a	0.040
Ts25	3.469±0.134 ^a	3.448±0.147 ^{ab}	3.442±0.157 ^{ab}	0.015
Ts50	3.320±0.022 ^b	3.306±0.037 ^{bc}	3.304±0.040 ^{bc}	0.216
Ts75	3.502±0.092 ^a	3.500±0.104 ^a	3.495±0.117 ^a	0.421
F-value	8.723 ^{***}	8.439 ^{***}	7.462 ^{***}	

1) Mean±S.D. * $p < 0.05$ ** $p < 0.01$ *** $p < 0.001$

abcde Means in a column by different superscripts are significantly different at 5% significance level by Duncan's multiple range test.

타났다.

3.2. 수분함량

트레할로스 첨가량을 다르게 하여 제조한 쌀식빵의 수분함량은 Table 3과 같다. 트레할로스를 첨가하지 않은 대조군의 수분함량이 45.40%로 나타났으며 트레할로스를 설탕의 75%를 치환하여 첨가한 Ts75 시료가 45.39%로 나타났다. 트레할로스의 첨가량과 수분함량의 관계는 시료별로 큰 차이를 나타내지 않았다.

이는 트레할로스를 첨가한 양갱[8]이나 마이크로웨이브 이용 즉석 백설기의 수분 및 조직감 특성에 미치는 영향[7]에서는 트레할로스의 첨가량이 많아질수록 수분함량이 높아지는 결과와는 일치하지 않았다. 반면 트레할로스가 백설기 품질에 미치는 영향[15]에서는 수분함량이 처음에는 차이가 거의 없는 것으로 나타나 본 연구의 결과와 유사하였다.

경시적인 변화를 살펴보면 대조군이 45.40%에서 42.19%로 감소한 반면 Ts75 시료는 45.39%에서 43.68%로 감소하여 대조군에 비해 수분함량의 감소가 작았다. 즉 대조군이 100에서 92.9%로 감소한 것에 비하여 Ts75는 96.2%로 감소한 것으로 나타나 대조군에 비하여 수분함량의 감소가 유의적으로 작았다.

아울러 트레할로스 첨가가 백설기의 저장성에 미치는 영향[13]이라는 연구에서도 저장기간이 길어질수록 수분함량의 감소가 유의적으로 낮았다는 결과를 나타내었으며 본 실험결과와 일치하였다.

3.3. 수분활성도

수분활성도 측정기를 이용하여 쌀식빵의 수분활성도를 3회 측정하여 그 평균값을 Table 4에 나타내었다. 수분활성도는 시료 조직 내 수분 가운데 자유수의 증발 정도를 나타내는 값으로 1에 근접할수록 증발력이 큰 것을 의미한다.

Table 3. The moisture content of the rice flour bread prepared with different trehalose contents during storage

Sample	Storage day			F-value
	0	2	4	
T0	45.40±0.03 ^b	42.97±0.09 ^b	42.19±0.06 ^d	1341.157 ^{***}
Ts25	45.13±0.19 ^c	43.28±0.08 ^d	43.23±0.13 ^d	324.316 ^{***}
Ts50	44.64±0.02 ^d	43.19±0.10 ^c	43.21±0.03 ^f	2321.950 ^{***}
Ts75	45.39±0.10 ^c	43.70±0.04 ^d	43.68±0.03 ^c	1224.859 ^{***}
F-value	96.421 ^{***}	86.702 ^{***}	236.258 ^{***}	

1) Mean±S.D. *p<0.05 **p<0.01 ***p<0.001

abcde Means in a column by different superscripts are significantly different at 5% significance level by Duncan's multiple range test.

Table 4. The water activity of the rice flour bread prepared with different trehalose contents during storage

Sample	Storage day			F-value
	0	2	4	
T0	0.973±0.001 ^{ab}	0.967±0.001 ^{ab}	0.968±0.001 ^a	53.600 ^{***}
Ts25	0.973±0.002 ^{ab}	0.969±0.002 ^{ab}	0.969±0.001 ^a	5.115 ^{**}
Ts50	0.974±0.003 ^a	0.966±0.003 ^b	0.968±0.001 ^a	34.333 ^{**}
Ts75	0.973±0.002 ^{ab}	0.968±0.001 ^{ab}	0.968±0.002 ^a	8.094
F-value	1.933	2.884	0.968	

1) Mean±S.D. *p<0.05 **p<0.01 ***p<0.001

abcde Means in a column by different superscripts are significantly different at 5% significance level by Duncan's multiple range test.

대조군과 트레할로스를 첨가한 시료간의 0일차 수분활성도가 0.973으로 시료간 거의 차이가 없었다. 이것은 Table 3의 수분함량과도 일치하는 결과로 시료 소성 초기에는 트레할로스의 영향을 거의 받지 않음을 알 수 있다. 또 경시변화를 살펴보면 대조군이 초기에 비하여 99.4% 로 약간 낮아진 값을 나타내었으며 이러한 경향은 트레할로스를 첨가한 다른 시료에서도 비슷하게 나타났다. 즉 4일차의 수분활성도가 0.968, 0.969로 모두 비슷하여 트레할로스를 첨가한 쌀식빵의 수분활성도는 대조군에 비하여 큰 차이를 나타내지 않았다.

3.4. 텍스처

쌀식빵의 경도 등 텍스처를 Table 5에 나타내었다. 쌀식빵의 경도는 트레할로스를 첨가한 Ts25, Ts50, Ts75 시료에서 대조군보다 유의적으로 경도가 낮게 나타났다. 이것은 가래떡 연구 [19] 결과와 백설기를 이용한 연구 [15] 결과와도 일치하는 경향을 보였다. 시료별 경도 증가의 경시변화를 보면 대조군이 237% 증가하였으나 Ts25, Ts50, Ts75 시료는 각각 190, 187, 180% 증가하여 전반적으로 트레할로스의 첨가는 쌀식빵 경도를 낮추어 주는 효과가 있음을 알 수 있다. 이러한 결과는 트레할로스 첨가가 백설기의 저장성에 미치는 영향에 관한 연구에서도 경시

Table 5. Texture profile parameters of the rice flour bread prepared with different trehalose contents during storage

	Sample	Storage day			F-value
		0	2	4	
Hardness	T0	1.22±0.10 ^{bc}	1.83±0.08 ^{bc}	2.90±0.22 ^a	98.345 ^{***}
	Ts25	1.21±0.06 ^{bc}	1.94±0.16 ^{bc}	2.31±0.17 ^b	80.489 ^{***}
	Ts50	1.13±0.02 ^c	1.83±0.10 ^{bc}	2.12±0.24 ^{bc}	119.172 ^{***}
	Ts75	1.16±0.02 ^b	1.99±0.08 ^{ab}	2.09±0.14 ^{bc}	108.305 ^{***}
	F-value	10.222 ^{***}	5.103 ^{**}	0.000	
Adhesiveness	T0	0.00±0.00 ^{ab}	0.00±0.00 ^b	0.01±0.00 ^{bc}	1.500
	Ts25	0.01±0.00 ^{ab}	0.01±0.00 ^b	0.01±0.00 ^{bc}	1.500
	Ts50	0.02±0.00 ^{ab}	0.02±0.00 ^b	0.02±0.00 ^c	0.000
	Ts75	0.02±0.00 ^a	0.02±0.01 ^a	0.02±0.00 ^a	8.600 [*]
	F-value	1.333	1.583	13.467 ^{***}	
Cohesiveness	T0	0.78±0.01 ^a	0.73±0.01 ^a	0.63±0.05 ^{bc}	19.554 ^{***}
	Ts25	0.78±0.02 ^{ab}	0.73±0.01 ^{bc}	0.67±0.02 ^{ab}	65.400 ^{***}
	Ts50	0.78±0.01 ^{ab}	0.74±0.01 ^a	0.67±0.02 ^{ab}	69.990 ^{***}
	Ts75	0.78±0.02 ^c	0.78±0.02 ^d	0.68±0.01 ^c	144.000 ^{***}
	F-value	4.907 ^{**}	11.519 ^{***}	4.513 ^{**}	
Springiness	T0	0.90±0.01 ^{bc}	0.90±0.01 ^b	0.87±0.02 ^b	0.091
	Ts25	0.91±0.02 ^{abc}	0.90±0.01 ^b	0.87±0.00 ^b	2.778
	Ts50	0.91±0.02 ^{abc}	0.89±0.01 ^b	0.88±0.01 ^{ab}	2.227
	Ts75	0.91±0.01 ^c	0.90±0.01 ^b	0.88±0.02 ^c	0.083
	F-value	3.219 [*]	2.263	2.263	
Chewiness	T0	0.86±0.06 ^b	1.19±0.05 ^b	1.58±0.03 ^a	162.375 ^{***}
	Ts25	0.82±0.02 ^b	1.23±0.12 ^{ab}	1.32±0.06 ^b	30.124 ^{**}
	Ts50	0.80±0.01 ^b	1.18±0.05 ^b	1.24±0.15 ^{bc}	20.253 ^{**}
	Ts75	0.80±0.04 ^b	1.22±0.01 ^{ab}	1.06±0.05 ^d	66.521 ^{***}
	F-value	9.677 ^{***}	2.867 [*]	14.639 ^{***}	

1) Mean±S.D. * $p < 0.05$ ** $p < 0.01$ *** $p < 0.001$

abcde Means in a column by different superscripts are significantly different at 5% significance level by Duncan's multiple range test.

Table 6. Sensory evaluation of the rice flour bread prepared with different trehalose contents during storage

Sensory characteristics	Sample	Storage day			F-value
		0	2	4	
Taste	T0	3.85±0.587 ^{bc}	2.90±0.718 ^a	2.30±0.801 ^a	24.391 ^{***}
	Ts25	3.20±1.056 ^{bc}	2.85±1.070 ^a	2.70±1.081 ^{bc}	3.566 [*]
	Ts50	4.35±0.933 ^c	4.40±0.754 ^b	4.05±0.999 ^d	0.882
	Ts75	3.10±0.788 ^a	3.40±0.918 ^b	3.35±0.671 ^c	6.769 ^{**}
	F-value	5.509 ^{***}	10.501 ^{***}	7.986 ^{***}	
Flavor	T0	3.55±0.759 ^{ab}	2.90±0.641 ^a	2.25±0.639 ^a	18.017 ^{***}
	Ts25	3.20±1.056 ^b	2.75±1.070 ^b	2.30±1.081 ^b	9.768 ^{***}
	Ts50	3.70±0.733 ^b	4.35±0.587 ^b	4.60±0.503 ^c	11.418 ^{***}
	Ts75	3.00±0.858 ^a	4.40±0.598 ^b	4.30±0.470 ^c	27.816 ^{***}
	F-value	1.952	16.012 ^{***}	25.283 ^{***}	
Graininess	T0	3.75±0.851 ^b	3.00±0.858 ^a	2.80±0.894 ^a	6.658 ^{**}
	Ts25	3.25±0.786 ^{ab}	3.35±1.040 ^b	2.75±1.164 ^{ab}	8.802 ^{***}
	Ts50	3.95±0.510 ^{ab}	4.20±0.616 ^b	3.80±0.607 ^b	10.467 ^{***}
	Ts75	3.30±0.410 ^{ab}	3.90±0.718 ^b	3.55±0.759 ^b	5.831 ^{**}
	F-value	1.674	6.790 ^{***}	2.347 [*]	
Sweetness	T0	3.70±0.649 ^a	3.05±0.851 ^a	2.95±0.759 ^b	0.610
	Ts25	3.70±0.923 ^{ab}	2.90±0.912 ^a	2.75±1.164 ^b	1.928
	Ts50	3.55±0.826 ^{ab}	2.55±0.686 ^a	2.25±0.639 ^a	17.815 ^{***}
	Ts75	3.20±0.801 ^b	2.80±0.616 ^b	2.25±0.550 ^a	34.109 ^{***}
	F-value	1.529	4.304 ^{**}	2.722 [*]	
Overall Eating Quality	T0	3.20±0.718 ^b	2.95±0.686 ^a	2.40±1.021 ^a	14.515 ^{***}
	Ts25	3.15±0.813 ^a	3.25±1.070 ^b	3.90±0.308 ^a	0.143
	Ts50	3.80±0.470 ^a	4.05±0.605 ^c	4.30±0.571 ^b	17.795 ^{***}
	Ts75	2.85±0.587 ^a	3.85±0.745 ^c	3.85±0.510 ^b	19.129 ^{***}
	F-value	3.395 ^{**}	8.502 ^{***}	12.616 ^{***}	

1) Mean±S.D. *p<0.05 **p<0.01 ***p<0.001

abcde Means in a column by different superscripts are significantly different at 5% significance level by Duncan's multiple range test.

변화에 따라 경도증가가 작았다는 결과와 일치한다.

쌀식빵의 특성상 부착성이 높지 않아 시료 간 차이가 크게 나타나지 않았다. Ts50, Ts75 시료는 0.02를 나타내어 첨가량이 증가할수록 약간의 변화가 나타났다. 제조 0일차에서 부착성의 차이가 유의하게 나타났으나 경시변화에 따른 트레할로

스의 영향은 대조군보다는 높았지만 유의적인 차이는 없는 것으로 판단된다.

응집성은 제조 0일차에서 시료가 거의 비슷한 값을 보여 유의성은 없는 것으로 나타났다. 2일차, 4일차의 경우 대조군이 0.63인데 비하여 트레할로스를 첨가한 시료는 모두 0.67 이상으로 대조군에 비해 유의적으로 높게 나타나 Lee 등[23]

의 연구결과와 유사하였다

탄력성은 대조군과 시료간 큰 차이를 나타내지는 않았지만 대조군이 0.90으로 조금 낮은 탄력성을 보였다. 저장기간에 따른 경시 변화도 비슷한 경향을 보여 트레할로스의 영향이 크지 않음을 알 수 있었다. 이것은 Chae 등[18]의 현미찰 싹 인질미의 연구와도 유사하였다.

쌀식빵의 씹힘성은 제조 0일차에서 대조군보다 시료가 유의적으로 감소하는 것으로 나타났다. 또 시간이 경과할수록 씹힘성은 증가하였지만 대조군보다는 시료가 작은 값을 나타내었고 증가율도 낮았다. Lee 등[16]의 효소처리와 트레할로스를 첨가한 백설기의 품질 특성변화 연구에서도 유사한 결과를 보였으며 이것은 대조군과 시료의 수분함량의 결과와도 일치하였다.

3.5. 관능검사

쌀식빵의 맛(taste)은 대조군에 비해 Ts50의 시료가 가장 좋은 것으로 나타났으며 Ts25, Ts75는 대조군보다 낮게 나타났다. 경시변화를 살펴보면 대조군의 경우 2일차, 4일차에서 크게 감소하였지만 트레할로스 첨가 시료의 경우는 대체로 맛의 감소가 적은 것으로 나타났다. 또 Ts50 시료는 0일차, 2일차, 4일차에서 지속적으로 대조군보다 좋은 결과를 보였다. 전체적으로 트레할로스 첨가 시료가 맛을 유지하는 것으로 판단되며 이것은 시료의 노화가 지연된 것이 원인으로 사료된다.

풍미(Flavor)는 트레할로스 첨가시료가 대체로 좋은 것으로 나타났다. Ts50 시료는 0일차, 2일차, 4일차에서 지속적으로 대조군보다 높은 값을 보였다. 4일차에서는 트레할로스 첨가 시료가 대조군보다 모두 풍미가 좋다고 나타나 전반적으로 트레할로스의 첨가가 쌀식빵 풍미를 향상 시켜주는 효과가 있음을 알 수 있다.

질감(Graininess)은 Ts50 시료가 0일차, 2일차, 4일차에서 좋은 질감을 보였다. 0일차에서는 대조군과 유사하였으나 2일차, 4일차에서 큰 차이를 보여 시간이 경과할수록 트레할로스의 효과가 증가 하는 것으로 나타났다. 아울러 대조군이 시간의 경과에 따라 질감이 감소하는 것에 비하여 트레할로스 첨가시료는 전반적으로 질감이 유지되거나 증가하는 경향을 보여 트레할로스의 첨가가 쌀식빵 질감에 긍정적인 영향을 준다는 것을 알 수 있다.

당도(Sweetness)는 설탕을 치환한 양에 따라 트

레할로스 첨가량이 증가하면 당도는 감소하는 것으로 나타났다. 또 대조군을 포함한 전 시료에서 시간이 경과함에 따라 당도가 낮아지는 경향을 보였다. 이러한 연구결과는 Lee 등[24]의 연구에서도 같은 결과를 보였으며 트레할로스의 첨가량에 따라 당도가 낮아지기 때문으로 판단된다.

전반적인 기호도(Overall eating Quality)는 0일차에서는 Ts50이 대조군보다 높게 나타났으며 2일차, 4일차에서는 전체적으로 대조군보다 좋은 기호도를 보였다. 특히 대조군에서는 시간이 경과할수록 기호도가 감소하는 것에 비해 트레할로스 첨가시료는 기호도가 유지 또는 증가하는 것을 볼 수 있다. 이러한 결과는 Lee 등[14]의 백설기 기호도의 결과와도 일치하며, 트레할로스 첨가 시료의 기호도는 대조군에 비하여 전반적으로 양호하였다. 첨가량은 Ts50 시료가 가장 선호하는 농도로 판단된다.

4. 결론

본 연구에서는 설탕의 일부를 트레할로스로 치환하여 제조한 쌀식빵의 품질을 검토하였다. 쌀식빵의 맛과 품질을 새롭게 하고 노화 억제 효과가 있는 트레할로스를 일정 비율로 첨가하였다. 즉 쌀식빵 제조의 기본재료와 함께 설탕 사용량의 25%(Ts25), 50%(Ts50), 75%(Ts75)를 트레할로스로 치환하여 제품을 제조한 다음 상온에서 0, 2, 4일간 저장하면서 경시변화를 확인하였다. 이 기간 중 쌀식빵의 기계적, 관능적 특성을 살펴본 결과는 다음과 같다.

먼저 쌀식빵의 비체적은 트레할로스를 첨가한 쌀식빵의 경우, 대조군의 비체적을 100으로 하였을 때에 비해 비체적 평균이 97%로 약간 줄어든 결과를 보였다. 그러나 경시적인 비체적의 변화는 대조군에 비하여 트레할로스 첨가 쌀식빵의 비체적 감소율이 작은 것으로 나타났다. 수분함량은 대조군과 트레할로스 첨가 시료 간 큰 차이를 나타내지 않았다. 그러나 시간의 경과에 따른 수분함량 변화는 대조군보다 트레할로스 첨가 시료의 수분함량 변화가 작아 보습 효과가 있는 것으로 판단된다. 그러나 수분 활성도는 대조군과 트레할로스를 첨가한 시료간 거의 차이가 없었다.

쌀식빵의 경도는 트레할로스를 첨가한 시료에서 대조군보다 유의적으로 경도가 낮게 나타났다. 시료별 경도 증가의 경시변화를 보면 대조군이

237% 증가하였으나 Ts25, Ts50, Ts75 시료는 각각 190, 187, 180% 증가하여 전반적으로 트레할로스의 첨가는 쌀식빵 경도를 낮추어 주는 효과가 있음을 알 수 있었다. 쌀식빵의 부착성과 탄력성은 대조군과 시료간 차이가 크게 나타나지 않았다. 그러나 응집성은 2일차, 4일차의 경우 대조군에 비하여 트레할로스를 첨가한 시료가 유의적으로 높게 나타났으며 씹힘성도 대조군보다 트레할로스 첨가 시료가 낮은 값을 보여 수분함량과 관계가 있는 것으로 판단되었다.

관능검사 결과 쌀식빵의 맛(taste)은 대조군에 비해 Ts50의 시료가 가장 좋은 것으로 나타났으며 경시변화를 살펴보면 대조군의 경우 2일차, 4일차에서 크게 감소하였지만 트레할로스 첨가 시료의 경우는 대체로 맛의 감소가 적은 것으로 나타났다. 풍미(Flavor)는 트레할로스 첨가 시료가 대조군보다 전반적으로 좋다고 나타나 트레할로tm가 쌀식빵 풍미를 향상 시켜 주는 효과가 있음을 알 수 있다. 질감(Graininess)은 대조군이 시간의 경과에 따라 질감이 감소하는 것에 비하여 트레할로스 첨가시료는 전반적으로 질감이 유지되거나 증가하는 경향을 보였고 당도(Sweetness)는 트레할로스 첨가량이 증가함에 따라 감소하였다. 전반적인 기호도(Overall eating Quality)는 대조군에서는 시간이 경과할수록 기호도가 감소하는 것에 비해 트레할로스 첨가시료는 기호도가 유지 또는 증가하는 것을 볼 수 있다.

본 연구를 종합해보면 설탕을 트레할로스로 치환하여 쌀식빵을 제조했을 때 보습효과에 따른 물성의 변화가 나타났으며 관능검사 결과 맛과 풍미, 기호도가 증가하는 것으로 나타나 제품 품질 향상에 활용할 수 있다고 생각된다. 아울러 트레할로스 첨가는 품질 지속시간 증가에 따른 상품성을 기대할 수 있어 제과-제빵 관련 상품개발에 활용할 수 있을 것이다.

References

1. S. J. Kim, H. J. Kim, S. J. Ma, S. J. Kim, "Preparation and Quality Characteristics of Rice Breads", *Korean J. Food Culture*, Vol.20, No.4 pp. 433-437, (2005).
2. Y. J. Lee, H. J. Yoo, W. B. Yoon, "Effect of Rice Flour and Xanthan Gum on Quality Characteristics of Bread", *J. Agricultural Life and Environmental Sci.* Vol.25, No.1 pp. 22-29, (2013).
3. I. D. Choi, "Substitution of Rice Flour on Bread-Making Properties", *Korean J. Food Preserv.* Vol.17, No.5 pp. 667-673, (2010).
4. M. L. Yoon, J. S. Lee, J. E. Kwak, S. H. Ko, J. H. Lee, J. B. Chun, "Comparative Analysis on Quality and Bread-making Properties by Particle Size of Dry-Milled Rice Flours of Rice Varieties", *J. Korean Soc. Int. Agric.* Vol.28, No.1 pp. 58-64, (2016).
5. Y. T. Lee, "Effect of Storage on Physicochemical and Bread-making Properties of Bread Premix Prepared from Rice Flour Containing Vital Gluten", *Food Engineering Progress*, Vol.15, No.4 pp. 311-317, (2011).
6. K. Yoza, M. Okabe, J. Sima, "Present State and Issues of Rice Powder Utilization", *Journal of the Japanese Society for Food Science and Technology*, Vol.55, No.10 pp. 444-454, (2008).
7. T. Y. Kang, E. H. Choi, M. R. Yoon, J. M. Lee, S. H. Ko, "Effects of Rice Flour Particle size on Quality of Gluten-free Rice Bread", *Food Engineering Progress*, Vol.18, No.3 pp. 319-324, (2014).
8. I. Y. Kim, C. K. Zhoh, S. R. Han, Y. B. Bang, R. Y. Li, "Anti-oxidative Activity and Moisturizing Effect of Fermented Puer Tea Extract", *J. of Korean Oil Chemists' Soc.*, Vol.30, No.2 pp. 272-279, (2013).
9. H. S. Jung, J. S. Lee, H. H. Yoon, "Quality Characteristics of Yanggeng Sweetened with Trehalose and Textural Changes During Storage", *Culinary. Society of Korea*, Vol.20, No.3 pp. 113-124, (2014).
10. Y. J. Kwon, H. J. Kim, "Quality Characteristics of White Pan Bread Containing Heat treated Silkworm Steam Extract". *FoodService Industry Journal*, Vol.12, No.1 pp. 87-97, (2016).
11. O. K. Kim, S. K. Shin, "Antidiabetic Effect

- of Lonicerae Japonica Thunb Extract", *J. of Korean Oil Chemists' Soc.*, Vol.29, No.3 pp. 412-420, (2012).
12. B. Roser, "Trehalose, a new approach to premium dried foods", *Trends Food sci. Technol.* Vol.2, pp. 166-169, (1991).
 13. S. J. Heo, H. L. An, K. S. Lee, "Physical Properties and Sensory Evaluation of Muffins with Trehalose". *Korean Journal of Culinary Research*, Vol.16, No.1 pp. 13-23, (2010).
 14. H. L. Oh, M. H. Ahn, N. Y. Kim, J. E. Song, S. Y. Lee, M. R. Song, "Quality Characteristics and Antioxidant Activities of Yanggeng with Added Rehmanniae radix Preparata Concentrate". *Korean J. soc. Food Cookery Sci*, Vol.28, No.1 pp. 1-8, (2012).
 15. H. Y. Kim, K. S. Noh, "Effect of trehalose on the shelf-life of Backsulgies". *Korean J. Food Cookery Sci*. Vol.24, pp. 912-918, (2008).
 16. E. S. Lee, H. J. Doo, Y. R. Kim, J. Y. Shim, "A Study on the Quality Characteristics of Backsulgi Prepared with Combined Treatment of Enzyme and Trehalose". *Food Engineering Progress*, Vol.14, No.3 pp. 235-242, (2010).
 17. M. H. Oh, H. Y. Shin, J. D. Park, H. Y. Lee, K. S. Kim, J. S. Kum, "Effect of Added Trehalose and Enzymes on the Qualities of Backsulgie", *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr*, Vol.39, No.7 pp. 992-998, (2010).
 18. K. Y. Chae, "Quality characteristics of unpolished glutinous rice flour Injeolmi by the addition Baekbokryung powder", *FoodService Industry Journal*, Vol.9, No.2 pp. 35-44, (2013).
 19. S. S. Kim, H. Y. Chung, "Effects of carbohydrate materials on retarding of a Korean rice cake(karedduk)", *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr*, Vol.36, No.9 pp. 1320-1325, (2007).
 20. S. S. Kim, H. Y. Chung, "Retarding Retrogradation of Korean Rice Cakes(Karedduk) with a Mixture of Trehalose and Modified Starch Analyzed by Avrami Kinetics", *Korean J Food & Nutr*, Vol.23, No.1 pp. 39-44, (2010).
 21. Y. Ohta, K. Miyake, A. Irie, Y. Ogawa, C. Kanai, M. Tateo, "Effects of Suppression on the Retrogradation of Rice Bread by Trehalose", *Journal of Chugokugakuen*, Vol.10, pp. 245-249, (2011).
 22. T. Y. Kang, E. H. Choi, H. Y. Jo, M. R. Yoon, J. S. Lee, S. H. Ko, "Effects of Japonica type rice cultivar on quality of gluten-free rice bread", *J. Food Eng. Prog*, Vol.17, No.4 pp. 1-6, (2013).
 23. H. Y. Lee, J. H. Nam, "The changes of characteristics of glutinous and rice Korean cake with Trehalose in the storage". *Korean J. Food Nutr*, Vol.13, pp. 570-577, (2000).
 24. I. S. Lee, M. H. Shin, S. M. Nam, N. Y. Chung, "The Quality Characteristics of Wheat Flour Dasik Added with Burdock Powder". *FoodService Industry Journal*, Vol.12, No.2 pp. 125-136, (2016).