

고구마가루 첨가가 백설기의 품질특성에 미치는 영향

이지현 · 김병기*
단국대학교 식품공학과

Effect of Added Sweet Potato Flour on the Quality Characteristics of the Korean Traditional Steamed Rice Cake, *Backsulki*

Ji Hyun Lee and Byong Ki Kim*

Department of Food Engineering, Dankook University

Abstract

In order to enhance overall quality of the *Backsulki*, a sweet potato flour (SPF) which is rich in sugar and dietary fiber was added into the rice flour at 0, 5, 15, and 25% (w/w, db) ratios. Quality changes of the products were evaluated by storing at 5, 15, and 25°C for 4 days. Water binding capacity, swelling power, and solubility of the products increased as the SPF increased. Hunter colorimetric a- and b-value increased while L value of the products decreased as the SPF increased. Retarded retrogradation of the flour mixtures containing the SPF was shown from the DSC thermogram as indicated by the decreased ΔH values. Increases in T_i and T_p values in relation with the starch gelatinization were shown from the DSC thermogram with a temperature margin of 15-20°C as the SPF increased. Increases in softness along with decreases in springiness and chewiness of the products were shown as the SPF increased. It was not so much the storage temperature as the added SPF affected the final texture of the products. Retarded growth of the total microbes of the products was noted by the added SPF during storage at 25°C for 3 days. Regarding the above and additional sensory preference scores of the products, a 15%(w/w) level of the SPF was suggested as optimum for the best *Backsulki* with improved qualities.

Key words: sweet potato, rice cake, preservation

서 론

고구마는 전분함량이 18-25%으로, 건물 당 약 80%이상 함유되어 있는 중요한 전분의 급원이며 용도는 주로 주정 및 전분 제조용으로 사용되고 있다(Rural Development Administration, 1996). 알칼리성 식품인 고구마는 각종 비타민과 무기질, 식이섬유를 함유하고 있으며 그 밖에 포함된 여러 생리활성물질에 의해 항암작용과 항산화 작용이 있고, 전분의 노화를 억제하는 효과가 있다고 보고되었다(Woolfe, 1992). 고구마는 기후나 토양의 환경 변화, 병충해에 대한 저항력이 높아 단위면적 당 수확량이 높은 작물로서 식량난이 심각했던 60년대 이후 주요 식량자원으로 사용되었으나 최근 식생활의 변화에 따라 괴근(塊根) 그대로의 이용보다 식품 첨가제나 가공 식품으로서의 고구마의

이용이 증가하고 있다(Lee et al., 2006).

고구마 작물 자체에 관해서는 다양한 연구(Kim & Ryu, 1995; Lee et al., 1999; Song et al., 2005)가 보고되어 있는 반면, 고구마를 식품에 이용한 연구는 Lee et al.(1999)의 요구르트, Kim & Ryu(1988)의 자색 고구마가루의 제빵성, Kim(1995)의 고구마 음료에 관한 연구 등이 보고되어 있으나 전체적으로 그 수가 많지 않은 수준이다.

떡은 멥쌀이나 찹쌀 등의 곡물을 기본으로 하여 부재료를 혼합하여 다양하게 만드는 우리나라 전통식품으로서 영양적으로 우수할 뿐만 아니라 종류나 제조방법, 그리고 그 의미 또한 다양하다(Shin, 2002). 떡은 만드는 방법에 따라 크게 시루떡과 물편으로 나뉘는데 그 중 시루떡은 우리나라의 가장 대중적인 떡으로 가루를 시루에 얹혀 쪄 낸 떡으로서 첨가하는 부재료에 따라 그 이름이 달라진다(Lee & Maeng, 1987). 백설기는 설탕물을 내려 찐 떡으로 설기 떡의 가장 기본이 되는 품목이며 첨가하는 부재료에 따라 맛과 모양이 다양하게 만들어진다.

최근에 와서 건강에 관심이 높아진 현대인들의 수요에 맞춰 떡에 생리활성을 가진 천연재료들을 이용한 연구(Lee et al., 1990; Kim et al., 1998; Lee & Han, 2002; Sung

Corresponding author: Byong Ki Kim, Department of Food Engineering, Dankook University, San 29 Anseo-dong, Cheonan 330-714, Korea
Tel: +82-41-550-3564; Fax: +82-41-550-3566

E-mail: byongkim@dankook.ac.kr

Received March 15, 2010; revised May 5, 2010; accepted May 10, 2010

& Han, 2003; Joung, 2004; Park & Jang, 2007; Hwang & Kim, 2007)가 다양하게 수행되었다. 그러나 떡은 주재료인 전분의 노화로 인해 떡의 품질이 저하되어 저장성과 상품화가 어려운 것이 가장 큰 문제점으로 지적되고 있다. 즉, 떡은 호화 과정을 거쳐 제조하기 때문에 상품화 할 경우 상당량의 수분을 함유하고 있으므로 시간이 지나면서 전분의 노화가 일어나 소화율과 맛이 떨어지며 저장성의 문제가 발생한다는 단점이 있다. 따라서 떡의 노화를 억제하고 저장성을 향상시키고자 하는 시도는 이 분야에 있어서 가장 다양하게 다루어 지는 대상이다(Yoo & Lee, 1984; Yoo & Kim, 2001; Chong et al., 2001).

본 연구는 이러한 시도의 일환으로서 고구마에 풍부하게 들어 있는 당 및 식이섬유와 같은 성분을 백설기에 도입하여 백설기에 함유된 전분의 노화를 억제시키는 한편 다양한 생리활성을 가진 천연재료로서의 고구마의 효용가치를 높이고자 시도하였다. 이를 위해 백설기 원료인 쌀가루에 일정한 비율로 고구마가루를 첨가하여 제조한 백설기제품의 품질을 평가하고 저장에 따른 물리적, 관능적, 미생물적 품질변화를 조사하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용한 쌀은 울산 두복산 단립종 청결미이며, 고구마는 시중에 판매중인 일반 고구마(우농영농조합법인, 상주시)였다. 고구마분말은 얇게 썬 고구마를 동결건조기(Christ Alpha L-4, B. Braun Ltd., Melsungen, Germany)를 이용하여 -50°C에서 24시간 건조 시킨 후 blender(FM-680T, 한일전기주식회사, 서울)를 이용하여 가루로 만든 다음 40 mesh체로 쳐서 사용하였다. 설탕은 백설당((주)CJ, 부산), 소금은 해표 천일염((주)신동방, 인천)을 사용하였다.

백설기 제조

고구마가루를 첨가한 백설기의 재료 및 분량은 예비실험을 통해 최적조건으로 선정된 Table 1과 같이 하였고, 제조방법은 Fig. 1과 같았다. 쌀을 씻어 실온(20°C)에서 1시간 수침한 후, 체에 건져서 30분간 물기를 제거하고 곱게 빻아 40 mesh체에 통과시켜 시료로 사용하였다. 체에 내린

일정 분량의 쌀가루 및 고구마가루에 설탕 15%, 소금 1%를 고루 섞은 후 물을 넣어 골고루 비벼 덩어리를 없앤 다음 40 mesh체에 다시 내렸다. 떡 틀(직경 20 cm)에 면보를 깔고 떡가루를 넣은 후 평평하게 윗면을 고른 다음 예열된 찜기에서 수증기가 나기 시작할 때 40분간 쪄 후 10분간 뜸을 들였다. 쪄낸 떡은 실온(20°C±1)에서 30분간 식힌 후 측정에 사용하였다.

이화학적 특성

일반성분 분석

백설기의 주성분인 쌀가루와 고구마가루의 일반성분 중 수분, 조단백질, 조지방, 조회분의 함량은 AOAC(1980) 방법에 따라 3회 반복 측정하여 평균값을 구하였다. 즉, 수분은 dry oven(600 M, (주)제이오텍, 대전)에 의한 105°C 상압건조법, 단백질은 Auto-Kjeldahl apparatus (B-316, Buchi Labortechnik AG, Flawil, Switzerland)를 사용한 조단백질정량법, 조지방은 ethyl ether : petroleum ether(2:1) 혼합용매를 이용한 Soxhlet apparatus 추출법, 회분은 electric muffle furnace(DMF-3, 우리과학(주), 남양주, 경기도)를 이용한 조회분무게 정량법으로 분석하였다.

수분함량 측정

백설기의 수분함량은 제품의 기하학적 중간 부위 5g을 취하여 상압건조법에 따라 105°C의 drying oven에서 4시간 건조 시킨 후의 무게를 5회 반복 측정하여 평균값을 구하였다.

색도 측정

시료의 중심 단면을 잘라 색차계(CR-200D, Konica Minolta Sensing, Inc., Osaka, Japan)를 이용하여 명도(L), 적색도(a), 황색도(b) 값을 5회 반복 측정 후 평균값과 ΔE값을 나타내었다. 이때 사용한 standard plate의 색도 표준값은 L: 94.60, a: 0.31, b: 0.32이었다.

수분결합력 측정

수분결합력은 Medcalf et al.(1965)의 방법을 변형하여 사용하였다. Conical tube(20 ml size)에 쌀가루와 고구마가루 혼합물 각 0.5g와 증류수 10 mL을 넣어 상온에서 10분마

Table 1. Formula for the steamed rice cake prepared with different levels of sweet potato flour

Sweet potato flour (% dry-weight basis)	Ingredients (g)				
	Rice flour ¹⁾	Sweet potato flour ¹⁾	Water ²⁾	Sugar	Salt
0	100.0	0	22.3	15.0	1.0
5	100.0	3.5	25.2	15.8	1.1
15	100.0	11.8	22.3	17.6	1.2
25	100.0	22.3	25.2	20.0	1.0

¹⁾Based on the moisture contents of the soaked rice flour and freeze-dried sweet potato flour at 33 and 1%, respectively.

²⁾Final moisture content of the mixture was adjusted to 40%.

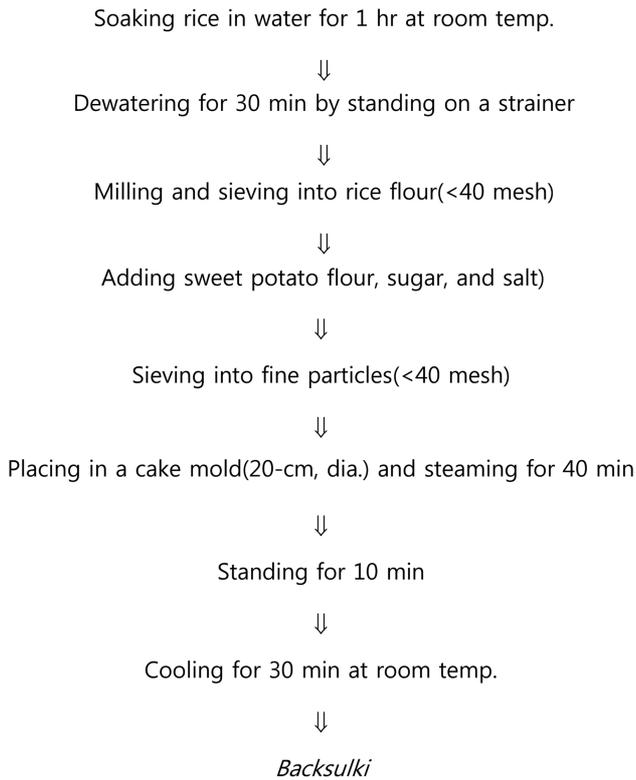


Fig. 1. Schematic diagram for the preparation of Backsulki (steamed rice cake) added with sweet potato flour.

다 가볍게 흔들어 주면서 1시간 수화 시킨 다음 480×g의 속도로 10분간 원심분리(MF-80, 한일과학산업(주), 인천)하였다. 이를 즉시 꺼낸 후 tube를 상온에서 20분간 뒤집어 수분을 제거한 후 변화된 무게로부터 아래의 식을 사용하여 수분결합력을 구하였다.

$$\text{수분결합력(\%)} = \frac{\text{증가한 수분의 양(g)}}{\text{시료의 양(g)}} \times 100$$

용해도 및 팽윤력 측정

시료 0.5 g과 증류수 30 ml을 centrifugal tube(50 ml-size)에 넣고 90°C로 고정된 shaking water bath에서 1시간 처리한 다음 480×g에서 10분간 원심 분리하였다. 상등액을 항량된 도가니에 넣어 105°C에서 24시간 동안 건조한 후 남은 고형분의 무게(A)를 측정하여 물에 대한 용해도(water solubility)를 계산하였고, 원심분리 후 증가한 침전물의 무게(B)로부터 팽윤력(swelling power)을 각각 아래의 식에 따라 계산하였다.

$$\text{Water solubility} = \frac{\text{A(g)}}{\text{시료무게(g)}} \times 100$$

$$\text{Swelling power} = \frac{\text{B(g)}}{\text{시료무게(g)}} \times (100 - \text{water solubility})$$

Table 2. Operating conditions of Differential Scanning Calorimeter

Instrument :	DSC-2010, TA Instruments
Pan type :	Stainless steel pan
Temperature range of measurement:	30-120°C
Test speed :	10 mm/sec
Purging gas :	Nitrogen gas

열적특성 측정

Differential Scanning Calorimeter(DSC-2010, TA INSTRUMENTS UK Ltd, Crawley, West Sussex, UK)를 이용하여 측정하였다. 쌀가루에 고구마가루를 5, 15, 25% 대체한 시료 2 mg을 stainless steel pan에 정확히 칭량한 다음 시료 대 수분의 비가 1:4(w/v)가 되도록 증류수 8 μL를 첨가하여 sealing한 후 시료 내 수분이 평형상태에 도달하도록 실온에서 4시간 동안 방치한 다음 측정하였다. 시료의 노화도는 앞에서 1차 가열한 시료들을 5°C에서 4일간 저장한 후 같은 조건에서 2차로 가열한 DSC thermogram를 얻어 그 차이를 분석하였다. 측정항목으로 각각의 호화개시온도(T_o), 호화정점온도(T_p) 및 엔탈피(E)를 구하여 비교 분석하였다. 측정 시 DSC의 초기온도는 측정온도보다 10 가량 낮은 온도로 생각하여 측정온도 범위에서 기기가 평형을 유지할 수 있도록 하였으며 사용한 기기의 측정 조건은 Table 2와 같았다.

조직감 측정

원통형(Φ 20 mm×높이 20 mm)으로 일정하게 자른 시료를 진공포장 한 후 저장온도를 달리하여(5, 15, 25°C) 4일간 저장하면서 24시간 간격으로 기계적 조직감을 측정하였다. Texture Analyzer(TA-XT2, Stable Micro Systems Ltd., Surrey, UK)에 부착된 cylinder probe(Φ 50 mm)를 TPA(texture profile analysis) test결과로써 평가하였는데 얻어진 force-distance curve로부터 경도(hardness), 씹힘성(chewiness), 탄력성(springiness), 응집성(cohesiveness), 부착성(adhesiveness)의 TPA 특성치를 구하였다. 모든 측정은 7회 반복하여 평균을 구하였고 사용한 기기의 측정조건은 Table 3과 같았다.

미생물 동정

저장 중 1일 간격으로 총균수 배지(plate count agar, Difco Lab., Detroit, MI, USA)을 이용하여 평판 배양법에 의한 총균수 변화(Gerhardt, 1994)를 측정하였다. 각 시료의 중간 부위에서 10 g을 무균적으로 취한 다음 90 mL의 멸균 회석수에 혼합하였다. 이 액을 1 mL 채취하여 10배 희석한 것을 다시 1 mL 채취하여 단계 희석한 후 평판 배지에서 고르게 섞은 후 20°C에서 3일 동안 배양하여 형성된 colony 수를 측정하여 시료 1 g당 colony forming unit (CFU/g)으로 나타내었다.

Table 3. Operating conditions for the Texture Analyzer analysis

Instrument :	TA XT-2 Texture Analyzer, Stable Micro Systems
Type :	TPA(Texture Profile Analysis)
Attachment :	Φ 5 cm, cylinder probe
Pre-test speed :	5.0 mm/s
Test speed :	1.0 mm/s
Post-test speed :	10.0 mm/s
Strain deformation :	25%

관능검사

고구마가루의 첨가량 별로 제조한 백설기의 관능적 특성을 비교하기 위해서 15명의 단국대학교 식품공학과 대학원생과 학부생을 대상으로 하여 외관, 색, 냄새(향), 맛, 부드러운 정도, 촉촉한 정도, 전반적인 기호도의 7가지 특성에 대하여 9점 평점법으로 실시하였다. 제품별 각 항목에 대해 평점기준인 9, “대단히 좋아한다”; 8, “아주 좋아한다”; 7, “보통 좋아한다”; 6, “약간 좋아한다”; 5, “좋지도 싫지도 않다”; 4, “약간 싫어한다”; 3, “보통 싫어한다”; 2, “아주 싫어한다”; 1, “대단히 싫어한다”의 단계별 느낌을 조사하였다. 시료제공은 세자리 수로 된 난수표로 시료 기호를 표기한 흰색 접시에 일정한 크기의 시료를 담아 물과 함께 제공하였고, 한 개의 시료를 평가한 다음 물로 입안을 헹군 후 다른 시료를 평가하도록 하였다.

통계처리

실험결과 얻어진 데이터는 SAS Package(1995)를 이용한 ANOVA 분산분석과 Duncan의 다범위 검정(Seoung, 2003)을 사용하여 관능적 특성 항목에 대하여 5% 수준에서 유의적인 차이를 검증하였다. 또한 백설기의 관능특성을 한눈에 살펴보기 위해서 전반적인 기호도를 정량적 묘사분석(QDA, quantitative descriptive analysis) 방법으로 나타내었다.

결과 및 고찰

일반성분 분석

백설기의 주성분인 쌀가루와 고구마가루의 일반성분 분

석 결과는 Table 4와 같다. 고구마가루는 쌀가루에 비해 상대적으로 조지방, 조회분의 함량이 높았고, 조단백질 함량은 낮았다. 쌀가루의 일반성분은 농촌진흥청에서 발표한 식품 성분표(Rural Development Administration, 1991)에 나타난 조단백질 6.8%, 조지방 1.0%, 조회분 0.5%에 비해 조단백질(7.6%) 및 조회분(0.8%) 함량은 높았으며, 조지방 함량(0.5%)은 상대적으로 낮았다. 고구마가루의 일반성분은 식품성분표(Rural Development Administration, 1991)의 조단백질 1.8%, 조지방 0.8%, 조회분 2.1%에 비해 조단백질(1.7%) 함량은 낮았으며 조지방(0.9%), 조회분(2.8%) 함량은 더 높았다.

수분함량

고구마가루 첨가량을 달리한 백설기의 수분 함량 결과는 Table 5와 같다. 쌀가루만으로 제조한 백설기(대조구, RS-0)의 수분함량은 40.0%로 고구마가루를 첨가한 백설기(5% 첨가구, RS-5; 15% 첨가구, RS-15; 25% 첨가구, RS-25)의 39.9-40.9%에 비하여 유의적인($p<0.05$) 차이가 없었다. 즉, 제조된 백설기의 수분함량은 고구마가루 25% 이내의 첨가 범위에서는 고구마가루의 첨가에 따른 영향을 받지 않은 것으로 보이며 이는 Joung(2004)의 백년초 가루 첨가 백설기와 Chong et al.(2001)의 키토산 첨가 백설기에서 수분함량의 차이가 나타나지 않았던 것과 경향이 비슷하였다. 고구마가루는 쌀가루에 비해 수분결합력이 크기는 하나 steaming과정에서 충분한 습기가 흡수, 포화되어 제품의 최종 수분함량에 그 영향이 반영되지 않은 탓으로 판단된다.

색도

주재료인 쌀가루에 고구마가루의 첨가량을 달리하여 제조한 백설기의 색도변화를 색차계로 측정된 결과는 Table 6과 같다. Hunter colorimeter기준으로 나타난 백설기의 명도(L)는 67.46-83.08 범위를 나타내었는데, RS-0의 측정치가 가장 높았으며, 고구마가루의 첨가량이 증가할수록 떡의 색이 어두워지는 경향을 보였는데 고구마가루 첨가량을 5-10% 범위의 수준으로 증가시키는 정도로 최종 백설기제품의 밝기가 유의성 있게($p<0.05$) 감소하는 것이 확인되었

Table 4. Proximate composition of the major raw materials

(% , As is basis)

Sample	Moisture	Crude protein	Crude fat	Ash	Carbohydrate
Rice flour(hydrated)	33.0	7.7	0.5	0.8	58.0
Sweet potato flour(freeze-dried)	1.0	1.7	0.9	2.8	93.6

Table 5. Moisture contents of steamed rice cake added with sweet potato flour

	Sweet potato flour (% , dry-weight basis)			
	0	5	15	25
Moisture content	40.0 ^a	40.3 ^a	40.9 ^a	39.9 ^a

^aMeans with same letters are not significantly different at $\alpha=0.05$ as described by Duncan's multiple range test.

Table 6. Colorimetric characteristics of steamed rice cake added with sweet potato flour

Sweet potato flour (%, dry-weight basis)	Hunter colorimetric parameters			
	L	a	b	ΔE
0	83.08±1.26 ^a	0.32±0.00 ^a	0.32±0.00 ^a	
5	74.92±3.03 ^b	0.32±0.00 ^a	0.33±0.00 ^a	8.68
15	70.46±2.23 ^c	0.33±0.00 ^a	0.34±0.00 ^a	12.62
25	67.46±1.88 ^d	0.33±0.00 ^a	0.34±0.00 ^a	15.62

L: lightness, a: redness, b: yellowness

$$\Delta E = \{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2\}^{1/2}$$

Mean±S.D.

^{abcd}Means with different letters at each low are significantly different at $\alpha=0.05$ as described by Duncan's multiple range test.

다. 이와 같은 경향은 부재료로서 현미를 첨가한 Choi & Kim(1992)의 연구, 백년초 가루를 첨가한 Joung(2004)의 연구, 도라지 분말을 첨가한 Hwang & Kim(2007)의 연구에서 나타난 것과 경향을 같이 하는데 보고된 결과에서 모두 부재료의 첨가량이 증가함에 따라 명도가 어두워진 것은 주재료인 쌀가루에 비해 대부분의 첨가 부재료의 색깔이 어두운 데서 기인한 자연스러운 결과로 해석된다.

적색도(a)는 0.32-0.33의 범위를 보였고, RS-0과 RS-5가 비슷한 값을 나타내었으며 RS-15와 RS-25 역시 유의 수준 범위($p<0.05$) 내에서 차이를 나타내지 않았으나 RS-0와 RS-5보다 다소 높은 값을 나타내었다.

황색도(b)는 0.32-0.34의 범위를 보였고, 고구마가루의 첨가량이 증가할수록 황색도가 증가하였으나 RS-15와 RS-25는 측정치의 차이가 감지되지 않을 만큼 변화가 적었다.

적색도와 황색도 값의 경우와 마찬가지로 색차(ΔE)는 고구마가루의 첨가량이 증가할수록 그 값이 상당한 폭으로 증가하였다.

위의 결과는 고구마가루의 첨가량이 증가할수록 통계적 유의수준 범위($p<0.05$) 내에서 명도(L)는 감소하고, 적색도(a)와 황색도(b)는 다소 증가하며, 첨가 시험 범위의 고구마가루 대체 양에 따라서 백설기 제품의 외관에서 뚜렷한 차이를 나타냄을 보인다. 이러한 결과는 고구마가루가 가지고 있는 고유한 색에 의한 영향 및 고구마 육질의 마쇄과정 중에 발생한 효소에 의한 갈변현상이 더해져 색깔 변화의 폭을 더 넓게 한 것에 기인한 것으로 판단된다.

수분결합력, 팽윤력, 용해도

쌀가루에 고구마가루를 혼합한 시료에 대한 수분결합력,

팽윤력 및 용해도에 대한 결과는 Table 7과 같다. RS-5는 쌀로 만든 제품(RS-0)에 비해 수분결합력이 유의적으로 ($p<0.05$) 증가(202.18→213.68%) 하였으나 고구마가루 첨가구 간에는 첨가량이 증가할수록 각각 213.68(RS-5), 218.24(RS-15), 220.65%(RS-25)의 값을 나타내면서 수분결합력이 약간 증가하는 경향이 있었으나 통계적인 차이는 확인되지 않았다. 이와 같은 결과는 첨가하는 혼합전분의 경우 일정 수준 이하에서는(본 실험의 경우 25%) 첨가량보다 각 전분이 가진 고유한 수분결합력이 전체 수분결합력에 더 많은 영향을 미친 것을 보여준다. 전분에 결합된 물은 전분입자에 침투된 것과 입자표면에 흡착된 형태로 존재하는 것을 예상할 수 있으며 따라서 전분입자의 내부의 치밀도가 낮고, 비결정 부분이 많을수록 수분 흡수가 큰데(Kim & Shin, 1992), 쌀가루와 고구마가루의 미세구조 및 전분의 결정형태 차이가 위 결과와 같은 수분결합력의 차이를 나타낸 것으로 보인다.

90°C에서의 팽윤력(swelling power)과 수용액에서의 용해도(water solubility) 역시 고구마가루 첨가량이 많아질수록 증가하는 경향을 보였다. RS-0의 팽윤력은 2.13으로 RS-5와 RS-15의 팽윤력 2.26 및 2.28과 유의수준 범위($p<0.05$) 내에서 차이가 없었으나 RS-25는 RS-0에 비해 팽윤력(2.35)이 유의적($p<0.05$)으로 증가하였다. 백설기에 식이섬유(dietary fiber)를 첨가하여 분석한 Choi & Kim(1992)의 연구결과에서도 수분결합력이 높은 시료(wheat bran)의 팽윤력이 높은 것으로 측정되어 본 연구에서와 비슷한 경향인 것으로 보고되었다. 전분의 팽윤력은 전분을 구성하고 있는 amylose와 amylopectin의 비율 및 분자량, 전분립 내부의 결합력과 전분 분자간의 회합에 따라 다르고, 전분입

Table 7. Water binding capacity, swelling power, and water solubility of steamed rice cake added with sweet potato flour

Sweet potato flour (%, dry-weight basis)	Water binding capacity (%)	Swelling power at 90°C	Water solubility at 9°C
0	202.18±10.62 ^b	2.13±0.22 ^b	1.3±0.14 ^d
5	213.68± 8.30 ^a	2.26±0.12 ^{ab}	3.2±0.20 ^c
15	218.24± 8.66 ^a	2.28±0.07 ^{ab}	3.9±0.12 ^b
25	220.65±11.91 ^a	2.35±0.06 ^a	5.8±0.28 ^a

Mean±S.D.

^{abcd}Means with different letters at each low are significantly different at $\alpha=0.05$ as described by Duncan's multiple range test.

Table 8. DSC endothermic properties of rice flour, sweet potato flour, and their mixtures after storage for 4 days at 5°C

Storage time (days)	Sweet potato flour (% dry-weight basis)	T_o (°C) ¹⁾	T_p (°C) ²⁾	ΔH (J/g) ³⁾
0	Control (Rice flour 100%)	57.9	67.3	19.1
	100	72.1	77.2	28.1
	5	59.0	68.3	19.4
	15	58.6	67.0	20.6
	25	57.6	67.8	22.2
4	Control	41.7	47.8	11.1
	100	42.8	48.8	8.4
	5	43.3	48.6	8.4
	15	41.2	46.9	8.0
	25	39.8	45.1	4.5

¹⁾Onset temperature²⁾Peak temperature³⁾Enthalpy

자의 결정도와 관련이 있다고 알려져 있다(Baek & Shin, 1995). 쌀 및 고구마가루 혼합물의 물에 대한 용해도 역시 고구마가루 첨가량이 증가할수록 증가하였으며 고구마가루의 첨가량을 증가시킨 시료마다 유의적인($p < 0.05$) 용해도의 차이를 나타내었다. 용해도 역시 amylose와 amylopectin의 비율 및 분자량, 내부 결합력 등에 의하여 영향을 받으며 특히 amylopectin내의 긴 chain의 비율이 높은 분자들이 팽화력을 증가시키는 기능이 있는데(Marshall & Wadsworth, 1994) 고구마 전분에는 이러한 긴 chain의 비율이 높은 amylopectin 함량이 많아 팽화력과 용해도를 증가시키는 영향을 준 것으로 판단된다.

열적특성

쌀가루에 고구마가루를 5, 15, 25% 혼합한 시료의 가열 중 일어나는 열적특성을 DSC로 측정한 결과는 Table 8과 같다. 수침 4시간 후 측정한 쌀가루의 T_o (호화개시온도) 및 T_p (호화종결온도)는 57.9°C와 67.3°C로서 Marshall & Wadsworth(1994)의 연구결과에서 보고된 Japonica type 쌀의 호화특성(T_o , 50-65°C; T_p , 66-73°C)과 비슷한 값을 보였으나 H 값은 19.1 J/g로 측정되어 같은 연구에서 보고된 10.30 J/g보다 다소 높은 값을 나타내었다.

고구마가루의 경우 T_o 와 T_p 는 72.1와 77.2°C로 Shin & Ahn(1988)의 연구에서 보고된 65°C 및 86-95°C와 차이를 보였는데 이는 원료 고구마의 품종이나 품질 등의 차이에 의한 것으로 생각된다. 한편 고구마가루의 H 값은 28.1 J/g로 다른 시료들에 비해 가장 높은 값을 나타내었다. 고구마가루 및 쌀가루 혼합시료의 열적특성은 고구마가루 첨가량에 따라 T_o 가 57.6-59.0°C사이의 범위에서 나타났고, T_p 는 67.0-68.3°C 사이의 값을 보여 쌀가루보다 조금 높은 온도 구간에서 측정되었다. H 값 역시 19.4-22.2 J/g로서 쌀가루보다 조금 높은 값을 나타내었으나 첨가량에 따른 주목할만한 경향은 나타나지 않았다. 여기서 ΔH 값이 큰 것은 전분 입자가 호화되는데 더 많은 에너지를 필요로 하는 것을 의

미하며 이러한 결과는 고구마가루가 쌀가루에 비해 결정성이 더 높아 무정형 구조가 되는데 더 많은 에너지가 필요한 것으로 설명될 수 있다. 즉, 고구마가루 첨가에 따라서 쌀가루가 주성분인 백설기 원료의 호화온도가 상승함과 동시에 호화에 더 많은 에너지가 필요한 것을 알 수 있다.

전분의 노화도는 2차 가열을 통해 전분분자 중 노화되어 재결정화 된 구조가 용융될 때 나타나는 엔탈피 변화를 측정하는 방법을 사용하는데, 쌀가루와 고구마가루 시료의 노화도를 이러한 방법으로 측정한 결과는 Table 8과 같다. 이 때 얻어진 T_o 와 T_p 는 1차 가열에서 얻어진 값보다 약 15-20°C가량 낮은 온도구간에서 측정되었다.

모든 시료는 저장 4일 후 ΔH 값이 감소하였는데 쌀가루의 ΔH 값은 11.1 J/g으로서 시료 중 가장 높은 값을 보여 노화가 가장 많이 진행되었음을 알 수 있었다. 고구마가루는 1차 호화 시 가장 높은 ΔH 값을 보인 것에 반해 2차 가열 시 8.4 J/g로 측정되어 시료 중 가장 낮은 값을 나타내어 다른 시료들에 비하여 노화가 가장 덜 진행되었음을 알 수 있었다. 고구마가루를 5, 15, 25% 혼합한 쌀가루의 2차 가열에서 측정된 ΔH 값은 각각 8.4, 8.0, 4.5 J/g으로서 쌀가루에 비해 보다 낮은 값을 나타내었고, 첨가량이 증가할수록 그 값이 감소하여 고구마가루를 25% 혼합한 쌀가루의 노화가 가장 적게 일어났음을 알 수 있었다.

조직감

대조구와 첨가구를 각각 5, 15, 25°C에서 4일간 저장하면서 제조 당일과 저장기간 동안 TPA(texture profile analysis)에 의한 텍스처 특성을 측정한 결과는 Tables 9-11과 같다.

경도(hardness)는 저장기간이 늘어남에 따라 모든 시료에서 급격한 증가를 보였으나 고구마가루 첨가를 통해 저장기간 동안 제품의 경도증가가 억제되는 경향이 있었다. 대체적으로 제품을 제조한 직후 RS-5 및 RS-15는 RS-0에 비해 고구마가루 첨가량이 많아질수록 제품의 경도가 유의성있게($p < 0.05$) 감소하였으나 RS-15와 RS-25간에는 뚜렷

Table 9. Textural characteristics of steamed rice cake added with sweet potato flour during storage at 5°C

Textural characteristics	Sweet potato flour (%, dry-weight basis)	Storage time (days)				
		0	1	2	3	4
Hardness	0	^x 277.06 ^d	^y 536.86 ^c	^x 582.56 ^c	^x 804.10 ^b	^x 972.31 ^a
	5	^y 233.57 ^d	^y 256.44 ^c	^y 295.40 ^c	^y 547.13 ^a	^{yz} 447.07 ^b
	15	^z 176.95 ^c	^z 208.55 ^b	^z 226.93 ^b	^z 421.50 ^a	^z 404.10 ^a
	25	^z 174.78 ^d	^{yz} 231.91 ^c	^z 237.61 ^c	^z 408.33 ^b	^y 503.66 ^a
Cohesiveness	0	^x 0.52 ^a	^y 0.28 ^b	^x 0.15 ^c	^x 0.10 ^d	^x 0.07 ^e
	5	^x 0.50 ^a	^x 0.32 ^b	^x 0.14 ^c	^x 0.11 ^{cd}	^x 0.10 ^d
	15	^y 0.45 ^a	^z 0.24 ^b	^x 0.14 ^c	^y 0.06 ^d	^x 0.05 ^d
	25	^y 0.46 ^a	^z 0.25 ^b	^x 0.15 ^c	^y 0.06 ^d	^x 0.06 ^d
Springiness	0	^y 0.69 ^b	^x 0.77 ^a	^w 0.65 ^c	^x 0.64 ^c	^w 0.62 ^c
	5	^x 0.75 ^a	^y 0.71 ^b	^x 0.60 ^c	^x 0.61 ^c	^x 0.52 ^d
	15	^x 0.73 ^a	^z 0.58 ^b	^y 0.43 ^c	^y 0.40 ^d	^z 0.38 ^d
	25	^x 0.76 ^a	^z 0.62 ^b	^z 0.51 ^c	^y 0.45 ^d	^y 0.42 ^d
Chewiness	0	^x 100.19 ^b	^x 114.69 ^a	^x 51.11 ^c	^x 51.27 ^c	^x 48.99 ^c
	5	^y 88.39 ^a	^y 58.00 ^b	^y 28.89 ^d	^x 44.14 ^c	^y 20.17 ^d
	15	^z 59.08 ^a	^z 28.90 ^b	^z 12.40 ^c	^y 10.34 ^{cd}	^z 7.56 ^c
	25	^z 56.08 ^a	^z 35.67 ^b	^z 14.71 ^c	^y 13.88 ^c	^{yz} 9.73 ^d

Means with different letters at each low are significantly different at $\alpha=0.05$ as described by Duncan's multiple range test.

^{abcd}Results of Duncan's multiple range test for storage time.

^{wxyz}Results of Duncan's multiple range test for sweet potato ratios.

한 차이가 나타나지 않으며 또한 저장기간을 통해 비슷한 경향이 유지되었다. 따라서 고구마 첨가량에 있어서 15% 정도 만으로도 25% 첨가구에 비해 경도억제가 효과적으로 일어남을 알 수 있었다. 저장기간 동안 첨가구는 대조구에 비해 대체로 유의적으로($p<0.05$) 경도가 낮았으나 5°C (Table 9)와 15°C (Table 10) 저장의 경우 25°C (Table 11) 저장에 비해 그 폭이 크지 않았다. 그러나 RS-25의 경우 저장 4일째 되면서 오히려 RS-15에 비해 경도가 더 높아져 고구마가루 첨가량이 너무 많으면 오히려 경도에 나쁜 영향을 나타내는 것을 알 수 있었다. 저장기간 별로 대체로 저장 1일 쯤 경도가 큰 폭으로 증가하였다가 저장 2일까지 완만하였으며 저장 3일 및 4일에는 그 증가 폭이 다시 커지는 경향이 있었다. 이상의 결과는 저장온도가 낮을수록 모든 시료의 경도는 더 높게 되며 저장기간에 따른 경도 증가율도 더 큰 것을 말해준다.

응집성(cohesiveness)은 저장기간 동안 대조구와 첨가구 모두 통계적 유의수준 범위($p<0.05$) 내에서 감소하였다. 고구마가루 첨가량에 따른 응집성 측정치는 RS-0과 RS-5가 비슷한 값을 나타내었고 RS-15와 RS-25 값이 그보다 약간 낮은 하나 유의수준 범위($p<0.05$)에서 차이는 없었다. 저장기간을 통해 모든 저장온도에서 및 첨가구에서 저장 2일째부터 RS-0에 비해 유의수준 범위($p<0.05$) 내에서 응집성 값이 낮아졌다. 저장 온도가 낮을수록 RS-0와 첨가구의 응집성 값이 더 낮았지만 15°C에서 저장한 시료와 25°C에서 저장한 시료 간에는 그 차이가 크지 않았다.

탄력성(springiness)은 대체로 저장기간을 통해 그 값이 유의성 있는 ($p<0.05$) 범위에서 감소하였으나 RS-0의 경우

저장 전 기간을 통해 그 값이 거의 비슷한 수준에서 유지되었다. 저장온도가 높을수록 탄력성 값이 더 높았으며 RS-15와 RS-25 시료 간에는 통계적 유의수준 범위 ($p<0.05$) 내에서의 큰 차이는 나타나지 않았다.

씹힘성(chewiness)의 경우 제조 당일 RS-0의 값이 가장 높았으며 저장기간 동안 유의적으로 감소하였으나 15°C와 25°C에서 저장한 RS-0의 값은 다소 증가하였다. 저장기간 동안 고구마가루 첨가량이 증가할수록 감소하는 경향을 보였으며 고구마가루 첨가에 따른 값은 유의성 있게($p<0.05$) 감소하였으나 RS-15과 RS-25간의 통계적인 차이는 대체로 없었다. 저장 온도가 낮을수록 씹힘성은 낮은 값을 나타내었으며 저장기간 별로 저장 2일째부터는 5°C에서 저장한 시료와 10, 15°C에서 저장한 시료 간에 급격한 차이를 나타내어 온도에 따라 씹힘성에 있어서 유의성 있는($p<0.05$) 영향을 받는 것이 확인되었다.

저장기간 동안 경도가 증가하는 것은 전분이 노화하는 과정에서 일어나는 현상으로, 물과 열로써 호화되었던 전분 분자 구조가 분자끼리 서로 수소 결합을 형성하여 회합하려는 성질에 기인한다(Marshall & Wadsworth, 1994). 따라서 저장기간 동안 백설기의 경도증가를 측정하여 간접적으로 노화도를 측정할 수 있는데, 실험결과 RS-0의 경도증가율이 첨가구의 경도증가율보다 높아 고구마가루를 첨가함으로써 저장 중에 일어나는 노화를 지연시킬 수 있는 것이 DSC에 의한 열적특성 측정에 이어 다시 한번 확인되었다. 이는 식이섬유나 지방질, 당 등(Yoo & Lee, 1984; Yoo & Kim, 2001; Choi & Kim, 1992; Choi & Kim, 1993; Kim et al., 1996)이 백설기의 노화를 지연 시켜 준

Table 10. Textural characteristics of steamed rice cake added with sweet potato flour during storage at 15°C

Textural characteristics	Sweet potato flour (%, dry-weight basis)	Storage time (days)				
		0	1	2	3	4
Hardness	0	^x 277.06 ^d	^x 469.41 ^c	^x 519.30 ^c	^x 760.40 ^b	^x 1013.74 ^a
	5	^y 233.57 ^c	^y 242.20 ^c	^y 290.13 ^b	^y 448.85 ^a	^y 415.10 ^a
	15	^z 176.95 ^c	^z 184.57 ^c	^z 226.23 ^b	^y 401.49 ^a	^y 401.74 ^a
	25	^z 174.78 ^d	^y 207.39 ^c	^z 220.60 ^c	^y 389.59 ^b	^y 475.20 ^a
Cohesiveness	0	^x 0.52 ^a	^x 0.49 ^a	^x 0.35 ^b	^x 0.27 ^c	^x 0.25 ^c
	5	^x 0.50 ^a	^x 0.46 ^b	^y 0.30 ^c	^x 0.26 ^d	^{yz} 0.17 ^e
	15	^y 0.45 ^a	^y 0.38 ^b	^{xy} 0.31 ^c	^y 0.17 ^d	^y 0.14 ^d
	25	^y 0.46 ^a	^y 0.34 ^b	^y 0.28 ^c	^y 0.20 ^d	^z 0.19 ^d
Springiness	0	^y 0.70 ^c	^x 0.80 ^a	^x 0.77 ^{ab}	^x 0.76 ^{ab}	^x 0.74 ^b
	5	^x 0.75 ^a	^x 0.77 ^a	^y 0.63 ^b	^y 0.64 ^b	^y 0.58 ^c
	15	^x 0.73 ^a	^y 0.68 ^a	^z 0.55 ^b	^z 0.53 ^b	^z 0.49 ^b
	25	^x 0.76 ^a	^y 0.67 ^b	^z 0.58 ^c	^z 0.57 ^c	^z 0.52 ^d
Chewiness	0	^x 100.19 ^c	^x 133.31 ^{bc}	^x 91.91 ^b	^x 124.71 ^b	^x 153.43 ^a
	5	^y 88.39 ^a	^y 77.80 ^a	^y 51.35 ^{bc}	^y 56.77 ^b	^{yz} 40.34 ^c
	15	^z 59.08 ^a	^z 42.13 ^b	^z 32.97 ^{bc}	^z 38.11 ^c	^z 31.39 ^{cd}
	25	^z 56.08 ^a	^z 42.96 ^b	^z 24.90 ^b	^{yz} 45.44 ^b	^y 45.18 ^c

Means with different letters at each low are significantly different at $\alpha=0.05$ as described by Duncan's multiple range test.

^{abcd}Results of Duncan's multiple range test for storage time.

^{wxyz}Results of Duncan's multiple range test for sweet potato ratios.

다는 연구결과에서 보고된 바와 마찬가지로 고구마가루 또한 이러한 성분들이 전분의 노화를 지연시키는 효과가 있다는 것을 의미한다.

저장온도에 따른 백설기제품의 조직감 특성치의 변화에 있어서 Kim(1998), 그리고 Oh & Kim(2003) 역시 저장온도가 낮을수록 제품의 경도는 증가하고, 탄력성과 응집성

은 감소하는 것으로 보고하였다. 전분의 노화는 호화된 무정형 상태에서 전분 분자가 재결정화가 진행되는 것으로 비평형 고분자의 재결정 과정이 빙결점 부근(0°C)에서 가장 잘 이루어지는 것으로 알려져 있는데 본 실험결과 역시 일반적 냉장보관 온도인 5°C 저장에서 경도증가가 가장 큰 것으로 나타났다.

Table 11. Textural characteristics of steamed rice cake added with sweet potato flour during storage at 25°C

Textural characteristics	Sweet potato flour (%, dry-weight basis)	Storage time (days)				
		0	1	2	3	4
Hardness	0	^x 277.06 ^e	^w 370.88 ^d	^w 508.37 ^c	^w 578.80 ^b	^x 902.76 ^a
	5	^y 233.57 ^d	^x 237.22 ^d	^x 281.50 ^c	^x 421.77 ^a	^{yz} 405.36 ^b
	15	^z 176.95 ^c	^y 177.03 ^c	^y 221.31 ^b	^y 395.52 ^a	^z 380.81 ^a
	25	^z 174.78 ^d	^z 206.18 ^c	^z 206.72 ^c	^z 231.55 ^b	^y 427.30 ^a
Cohesiveness	0	^x 0.52 ^a	^w 0.51 ^a	^x 0.37 ^b	^x 0.29 ^c	^x 0.23 ^d
	5	^x 0.50 ^a	^x 0.47 ^b	^y 0.30 ^c	^x 0.27 ^d	^y 0.17 ^e
	15	^y 0.45 ^a	^y 0.40 ^b	^y 0.28 ^c	^y 0.17 ^d	^y 0.13 ^e
	25	^y 0.46 ^a	^z 0.36 ^b	^y 0.31 ^c	^z 0.19 ^d	^z 0.18 ^d
Springiness	0	^y 0.70 ^c	^x 0.90 ^a	^x 0.88 ^a	^x 0.85 ^b	^x 0.84 ^b
	5	^x 0.75 ^{ab}	^y 0.784 ^a	^y 0.76 ^{ab}	^y 0.72 ^b	^y 0.64 ^c
	15	^x 0.73 ^b	^{yz} 0.77 ^a	^z 0.66 ^c	^z 0.57 ^d	^z 0.56 ^d
	25	^x 0.76 ^a	^z 0.74 ^b	^z 0.66 ^c	^z 0.58 ^d	^z 0.57 ^d
Chewiness	0	^x 100.19 ^d	^x 171.75 ^c	^x 221.1 ^b	^x 209.27 ^b	^x 288.53 ^a
	5	^y 88.39 ^a	^y 59.33 ^a	^y 64.98 ^b	^y 74.83 ^b	^y 41.40 ^c
	15	^z 59.08 ^a	^z 54.66 ^{ab}	^z 46.15 ^b	^z 49.12 ^{ab}	^z 33.49 ^c
	25	^z 56.08 ^b	^z 61.24 ^a	^z 42.12 ^d	^z 52.79 ^{bc}	^y 48.06 ^c

Means with different letters at each low are significantly different at $\alpha=0.05$ as described by Duncan's multiple range test.

^{abcd}Results of Duncan's multiple range test for storage time.

^{wxyz}Results of Duncan's multiple range test for sweet potato ratios.

Table 12. Sensory evaluation of steamed rice cake added with sweet potato flour

Characteristics	Sweet potato (%)			
	0	5	15	25
Appearance	7.00±1.91 ^a	5.87±1.20 ^b	5.90±1.42 ^b	5.37±1.99 ^b
Color	7.23±1.87 ^a	6.23±1.19 ^b	6.07±1.62 ^b	5.23±1.76 ^c
Flavor	5.70±1.80 ^a	5.50±1.55 ^a	6.20±1.24 ^a	6.03±1.45 ^a
Taste	5.63±1.79 ^a	6.53±1.50 ^b	6.33±1.37 ^{ab}	6.13±1.50 ^{ab}
Softness	5.60±1.81 ^a	5.83±1.66 ^a	6.97±1.50 ^b	5.77±1.76 ^a
Moistness	5.60±1.89 ^a	6.20±1.69 ^a	6.37±1.73 ^a	5.73±1.57 ^a
Overall quality	5.57±1.87 ^a	6.57±1.41 ^b	6.77±1.43 ^b	6.22±1.32 ^{ab}

Mean±S.D.

^{ab}Means with different letters at each low are significantly different at $\alpha=0.05$ as described by Duncan's multiple range test.

Scores: 9, like extremely; 8, like very much, 7: like moderately; 6, like slightly; 5, neither like nor dislike; 4, dislike slightly; 3, dislike moderately; 2, dislike very much; 1, dislike extremely.

관능검사

고구마가루를 첨가한 백설기에 대한 관능검사 결과는 Table 12 및 Fig. 2와 같다. 외관(appearance)은 RS-0가 고구마가루 첨가구에 비해 통계적 유의수준 범위($p<0.05$)에서 선호도가 높았으며 고구마 첨가구 간에는 유의수준 ($p<0.05$) 내에서 차이가 발견되지 않았다. 이는 고구마가루 첨가량에 따라서 색깔을 제외한 백설기의 외관판단에 주 기준이 되는 부피나 모양 같은 특성에 크게 영향을 미치지 않은 탓으로 생각된다. 제품의 색깔(color) 역시 RS-0가 고구마가루 첨가구에 비해 유의수준 범위($p<0.05$)에서 선호도가 높은 한편 고구마가루 첨가량이 증가할수록 그 정도가 감소하였다. 이러한 경향은 Lee & Han(2002)의 술설기, Kim et al.(1988)의 쭈설기, Choi & Kim(1993)의 현미첨가 백설기에서 부재료 첨가로 인해 선호도가 감소한 경향과

비슷한 결과이었다. 이는 이름에서 나타나듯 백설기는 원래 흰색이라는 고정된 인식 바탕에 유색의 부재료 첨가가 부정적 영향을 미친 것으로 판단된다. 다행히 고구마가루는 다른 연구자들이 사용한 부재료에 비해 백설기 원래의 흰 색깔에 근접하여 거부감의 정도가 덜할 것으로 생각된다. 제품의 향(flavor)에 있어서 고구마 첨가로 인해 선호도가 다소 증가하였으나 통계적인 차이($p<0.05$)는 없었으며 맛(taste)은 고구마가루 첨가로 인해 증가하는 경향이 있다. 특히 이 중 RS-5 만이 나머지 제품들에 비해 유의적으로 ($p<0.05$) 높은 기호성을 얻었다. 촉촉한 정도(moistness)에 있어서는 고구마가루 첨가구가 RS-0에 비해 선호도가 다소 높았으나 통계적 수준의 차이($p<0.05$)는 발견되지 않았다. 부드러운 정도(softness)는 RS-15 만이 RS-0를 포함한 다른 제품들에 비해 유의적으로($p<0.05$) 높은 기호성을 나타내었다. 즉, 백설기 재료인 쌀가루에 고구마가루를 첨가하였을 때 백설기 제품의 외관 및 색에 대해서는 부정적인 영향을, 그리고 향과 촉촉한 정도는 거의 영향이 안 미치는 반면 맛과 부드러운 정도는 향상되는 결과를 기대할 수 있는데 특히 고구마가루 15% 첨가구(RS-15)가 부드러운 정도에 기인한 기호성을 현저히 높이는 것으로 평가할 수가 있다. 제품의 전반적인 품질(overall quality)에 대한 평가 역시 고구마가루 첨가구가 RS-0에 비해 높은 점수를 받았는데 특히 15% 첨가구(RS-15)의 선호도가 가장 높다. 이는 부드러운 정도에 대한 선호도 경향과 비슷하여 제품이 갖는 부드러운 정도가 종합적인 기호도에 기여한 정도가 높았다는 것으로 해석할 수 있다. 다만 고구마가루의 첨가량이 너무 많으면(RS-25) 백설기 고유의 조직감을 손상시켜 오히려 기호성이 떨어뜨리는 것으로 판단된다. 종합적으로 고구마가루 첨가량 15%가 전체적인 관능적인 평가에서 가장 적당한 결과를 가져오는 것으로 결론지을 수가 있다.

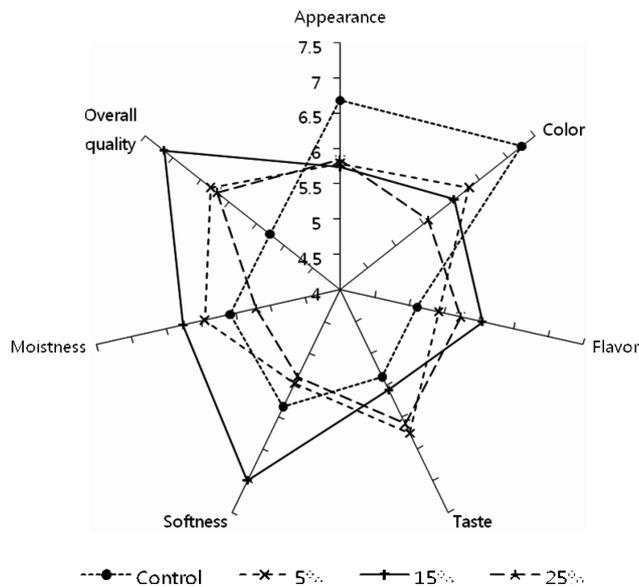


Fig. 2. QDA profile for the sensory hedonic evaluation results of the Backsulki (steamed rice cake) added with sweet potato flour.

모든 관능적 특성치의 평균치를 나타낸 QDA(Quantitative Descriptive Analysis)(Fig. 2) 결과 역시 외관과 색을 제외한 나머지 항목에서 고구마가루 첨가구가 RS-0제품에 비해 높

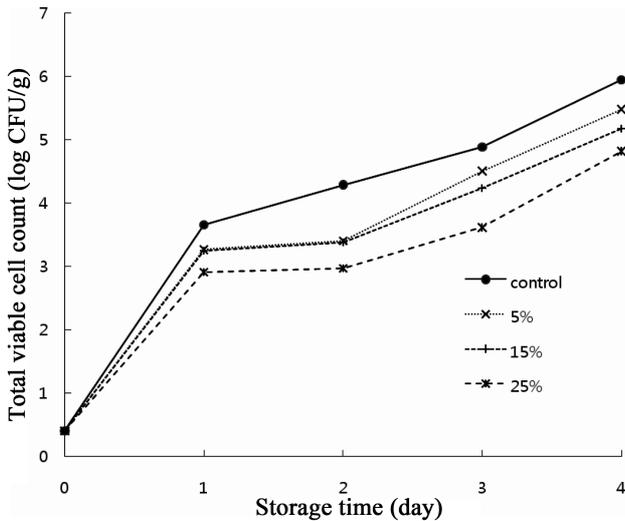


Fig. 3. Total viable cell count of steamed rice cake added with sweet potato flour during storage at 25°C.

으며 15% 첨가구(RS-15)의 기호성이 가장 높은 것을 확인시켜 준다.

총균수

고구마가루를 첨가하여 제조한 백설기를 25°C에서 4일간 저장하면서 미생물변화를 추적한 결과는 Fig. 3과 같다. RS-0와 고구마가루 첨가구에서 모두 저장 이틀째 까지는 완만한 미생물 증가를 보이다가 그 이후 급격히 증가하는 경향을 보였다. 그러나 고구마가루 첨가구는 모두 RS-0에 비해 그 증가 폭이 적은 것으로 조사되었다. 이틀이 지난 후의 총미생물 숫자는 고구마가루 첨가구가 RS-0에 비해 적어도 0.5-1.0 log cycle 가량 낮게 측정되었으며 고구마가루 첨가량이 증가할수록 미생물 성장이 효과적으로 지연되는 것이 확인되었다. 또한 데이터에 나타나지 않은 육안 관찰 결과에 있어서도 저장 후 나홀이 지난 후 RS-0에서는 곰팡이가 산발적으로 나타났으나 RS-5에서는 약간, 그리고 RS-15 및 RS-25 제품에서는 곰팡이가 거의 나타나지 않아 고구마가루의 미생물성장 억제효과를 재확인 할 수 있었다. 이는 Shin et al.(1993)이 요구르트 제조 시 고구마를 첨가하였을 때 총균수 증가가 억제되었다고 한 것과 Lee et al.(1999)이 품종 별로 조사한 모든 고구마가 *Streptococcus faecalis*에 대한 생육억제 효과가 있으며 일반 박테리아에 대해 항균성을 나타내었다고 보고한 결과가 본 실험에서 얻은 결과를 뒷받침하고 있다. 이와 같이 고구마가 갖는 미생물생육 억제효과와 구체적 원인에 대해서는 잘 알려져 있지 않으나 쌀가루에 비해 상대적으로 높은 고구마의 당 함량 및 천연 색소성분에서 기인한 항균작용(Marwan & Nagel, 1986)과 관련이 있을 것으로 추정된다.

요 약

백설기 원료인 쌀가루에 당 및 식이섬유의 함량이 높은 것으로 알려진 고구마가루를 5, 15, 25%(w/w, dry-weight basis) 비율로 첨가하여 원료 및 제품에서 나타나는 이화학적 품질과 제품의 관능특성, 및 저장성을 관찰하였다. 쌀가루에 대한 고구마가루 첨가량이 증가할수록 제품의 수분결합력, 팽윤도가 증가하였으며 외관에 있어서 적색도 및 황색도가 증가한 반면 전체적인 외관은 다소 어두워졌다. DSC(Differential Scanning Calorimeter)에 의한 열적특성의 분석결과 고구마가루의 H는 28.1 J/g으로서 19.1 J/g인 쌀가루에 비해 2배 정도로 높아 호화경향이 낮은 것으로 조사되었다. DSC thermogram에 나타난 전분의 노화도 경향은 고구마가루 첨가량이 증가할수록 감소하여 고구마가루 첨가량에 비례한 제품의 노화억제효과가 확인되었다. 제품의 경도, 응집성, 탄력성, 씹힘성 등은 고구마가루 첨가에 따라 감소하였으며 또한 경도증가율이 낮아져 고구마가루의 노화지연 효과가 확인되었다. 백설기 내의 고구마가루 첨가는 상대적으로 낮은 저장온도에서 제품의 경도증가를 억제하는 경향이 있었다. 그러나 제품의 경도변화의 폭은 저장온도 보다 고구마가루 첨가의 영향을 더 많이 받는 것을 알 수 있었다. 미생물적 특성에 있어서 제품을 실온에서 3일간 저장 시 고구마가루 첨가량에 따라 총 미생물수가 미 첨가구에 비해 최고 1/10정도까지 낮게 유지되었다. 제품의 외관과 색을 제외한 전반적 기호특성은 고구마가루 첨가에 따라 향상되었으며 특히 15% 첨가구가 가장 좋은 평가를 받았다.

감사의 글

본 연구는 단국대학교 2009년도 교내연구비에 의하여 수행된 내용으로서 이에 감사 드립니다.

참고문헌

- AOAC. 1980. Official Method of Analysis, 13th edition. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA, p. 211.
- Baek MH, Shin MS. 1995. Effect of water activity on the physicochemical properties of sweet potato starch during storage. Korean J. Food Sci. Technol. 27: 532-536.
- Choi IJ, Kim YA. 1992 Effect of addition of dietary fibers on quality of *Baeksulgies*. Korean J. Soc. Food Cookery Sci. 8: 281-289.
- Choi YS, Kim YA. 1993. Effect of addition of brown rice flour quality of *Baeksulgies*. Korean J. Soc. Food Sci. 9: 67-73.
- Chong HS, Park CS, No HK. 2001. Effects of chitosan on quality and shelf-life of *Paeksulgies* added chitosan. Korean J. Postharvest Sci. Technol. 8: 427-433.
- Gerhardt P, Murray RGE, Wood WA, Krieg NR. 1994. Methods for General and Molecular Bacteriology. American Society for Microbiology, Washington, DC, USA, pp. 254-257.

- Hwang SJ, Kim JW. 2007. Effects of roots powder of Balloon flowers on general composition and quality characteristics of *Sulgidduk*. Korean J. Food Culture. 22: 77-82.
- Joung HS. 2004. Quality of *Paeksulgis* added powder of *Opuntia ficus indica* var. *saboten*. Korean J. Soc. Food Cookery Sci. 20: 93-98.
- Kim JO, Choi CR, Shin MS, Kim SK, Lee SK, Kim QS. 1996. Effects of water content and storage temperature on the aging of rice starch gels. Korean J. Food Sci. Technol. 28: 552-557.
- Kim JS. 1995. Preparation of sweet potato drinks and its quality characteristics. J. Korean Soc. Food Nutr. 24: 943-947.
- Kim MH. 1998. Effect of additive, storage temperature and time on the texture properties of *Baikseolgi*. J. Korean Soc. Agric. Chem. Biotechnol. 41: 437-441.
- Kim SI, Kim KJ, Jung HO, Han YS. 1998. Effect of mungwort on the extension of shelf-life of bread and rice cake. Korean J. Soc. Food Sci. 14: 106-113.
- Kim SK, Shin MS. 1992. Physicochemical properties of defatted nonwaxy and waxy rice starches. Korean J. Food Sci. Technol. 24: 347-352.
- Kim SY, Ryu JH. 1988. Effect of certain additives on bread-making quality of wheat-purple sweet potato flours. Korean J. Soc. Food Sci. 13: 492-499.
- Kim SY, Ryu CH. 1995. Studies on the nutritional components of purple sweet potato (*Ipomoea batatas*). Korean J. Food Sci. Technol. 27: 819-825.
- Lee CH, Maeng YS. 1987. A literature review on Korean rice-cakes. Korean J. Dietary Culture 2: 117-132.
- Lee HH, Kang SG, Rhim JW. 1999. Characteristics of antioxidative and antimicrobial activities of various cultivars of sweet potato. Korean J. Food Sci. Technol. 31: 1090-1095.
- Lee HJ, Han JH. 2002. Sensory and textural characteristics of *Solsulgi* using varied levels of pine leave powders and different types of sweeteners. Korean J. Soc. Food Cookery Sci. 18: 164-172.
- Lee JC, Lee KS, Han KH, Oh MJ. 1999. Preparation and characteristics of curd yogurt from milk added with sweet potato. Korean J. Postharvest Sci. Technol. 6: 442-447.
- Lee JS, Ahn YS, Kim HS, Chung MN, Jeong BC. 2006. Making techniques of high quality powder in sweet potato. Korea J. Crop. Sci. 51: 198-203.
- Lee MG, Kim SS, Lee SH, Oh SL, Lee SW. 1990. Effects of retrogradation of *Injeulmi* (Korean glutinous rice cake) added with the macerated tea leaves during storage. J. Korean Agric. Chem. Soc. 33: 277-281.
- Marshall WE, Wadsworth JI. 1994. Rice Science and Technology. Marcel Dekker, New York, USA, pp. 205-226.
- Marwan AG, Nagel CW. 1986. Microbial inhibitors in cranberries. J. Food Sci. 51: 1009-1013.
- Medcalf DG, Young V, Gilles KA. 1965. Wheat starch. Comparison of physicochemical properties. Cereal Chem. 42: 558.
- 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. Soc. Food Cookery Sci. 19: 34-45.
- Park HY, Jang MS. 2007. Ingredient mixing ratio optimization for the preparation of *Sulgidduk* with barley (*Hordeum vulgare* L.) sprout powder. Korean J. Food Cookery Sci. 23: 550-560.
- Rural Development Administration. 1991. List of Food Component 4th ed, Suwon, Korea, pp. 18-28.
- Rural Development Administration. 1996. Standard Agriculture Textbook - Sweet Potato. Suwon, Korea, pp. 11-19.
- Seoung NG. 2003. Statistical Analysis of Data. Freedom Academy, Seoul, Korea, pp. 229-251.
- Shin MJ. 2002. Korean Rice cake, Traditional Confectionary and Beverage. Shinkwang Publishing Co., Seoul, Korea, pp. 9-34.
- Shin MS, Ahn SY. 1988. Characteristics of dry and moist type sweet potato starches. Korean J. Food Sci. Technol. 20: 412-418.
- Shin YS, Lee KS, Kim DH. 1993. Studies on the preparation of yogurt from milk and sweet potato or pumpkin. Korean J. Food Sci. Technol., 27: 532-536.
- Song J, Chung MN, Kim JT, Chi HY, Son JR. 2005. Quality characteristics and antioxidative activities in various cultivars of sweet potato. Korean J. Crop Sci. 50: 141-146.
- SAS Package. 1995. SAS/STAT User's Guide. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
- Sung JM, Han YS. 2003. Effect of Bakjakyak (*Paeonia japonica*) addition on the shelf-life and characteristics of rice cake and noodle. Korean J. Food Culture. 18: 311-319.
- Woolfe, JA. 1992. Sweet Potato - An Untapped Food Resource. Cambridge University Press, New York, NY, USA, pp. 43-48.
- Yoo AR, Lee HG. 1984. A study of the characteristics of *backsulgi* by the amount of water and some kinds of sweeteners. J. Korean Soc. Food Nutr. 13: 281-388.
- Yoo JN, Kim YA. 2001. Effect of oligosaccharide addition on gelatinization and retrogradation of *Backsulgies*. Korean J. Food Cookery Sci. 17: 66-74.