

Quality characteristics and processing of rice cake (*Backsulgi*) with rice flour containing *Lactobacillus plantarum* CGKW3 by spray-drying

Dae-Hoon Lee, Hye-Mi Park, Joo-Heon Hong*

Department of Food Science and Technology, Catholic University of Daegu, Gyeongsan 38430, Korea

유산균 포집 쌀가루를 이용한 백설기의 제조 및 품질특성

이대훈 · 박혜미 · 홍주현*

대구가톨릭대학교 식품공학전공

Abstract

The quality characteristics and processing of rice cake (*Backsulgi*) with rice flour containing *Lactobacillus plantarum* CGKW3 by spray-drying (LP-B) were investigated. The LP-B was applied at ratios of 10, 20, and 30 (w/w), and the moisture contents and pH were 33.39%~36.70% and 5.81~5.46, respectively. The L value of LP-B increased as the rice flour decreased, while the a and b value increased as the LP-B increased. The texture profiles showed that *Backsulgi* prepared with LP-B mixture had higher hardness, cohesiveness, springiness and chewiness than 100% rice flour. The pH of LP-B *Backsulgi* (LP-B20 and LP-B30) did not differ during 6 days at room temperature. The total bacteria in *Backsulgi* prepared LP-B20 and LP-B30 *Backsulgi* was 10^4 CFU/g after 2 days of storage at room temperature. The shelf life of *Backsulgi* prepared with LP-B20 and LP-B30 were extended by about 2 days when compared with the control at room temperature. Sensory evaluation showed that *Backsulgi* without LP-B20 had higher scores in terms of appearance, color, flavor, taste, texture, hardness and overall acceptability than *Backsulgi* without 100% rice flour. In conclusion, the results demonstrate that LP-B20 may prove quite useful as a *Backsulgi* flour with desirable properties.

Key words : *Backsulgi*, *Lactobacillus plantarum* CGKW3, spray drying, quality characteristics, storage stability

서 론

쌀은 세계 주요 국가에서 주식으로 이용되고 있으며, 특히 동남아를 비롯해 우리나라 국민의 주요 주식원으로 사용되고 있다(1). 최근, 경제 발전에 힘입어 식생활에서 쌀을 이용한 쌀 가공식품의 소비가 늘어나고 있으며 고령화 시대 및 핵가족화 추세에 맞추어 쌀의 소비형태도 편의식을 선호하는 경향으로 변화되고 있다(2).

떡을 제조하는 방법은 다양한데 찌는 떡에 속하는 백설기는 설기떡 중에서 가장 먼저 만들어진 떡의 기본형으로

멥쌀 입자의 독특한 물성과 단맛이 어우러져 특유의 떡 맛을 내고 있어 많은 사람들이 즐겨 먹고 각종 행사에도 쓰이고 있다(3). 이렇듯 떡은 우리나라 고유의 전통음식 중의 하나이지만, 현대에 와서 식생활의 서구화와 제조방법의 어려움, 그리고 쉽게 노화되는 단점 등으로 인해 대중화 및 상품화에 어려움을 겪고 있어(4), 전통음식이 편의식품화 되기 위해 개선해야 할 사항으로 위생과 저장성이 지적되고 있다(5). 떡은 전분질 식품인 곡류로부터 호화과정을 거쳐 제조하기 때문에 일정 기간은 그대로 먹을 수 있는 식품이지만 상당한 수분을 함유하고 있어 저장동안 건조와 전분의 노화로 인해 단단해지는 결점이 있는 동시에 미생물이 발육하여 먹을 수 없게 되는 문제점을 가지고 있다(6). 이로 인해 식품의 보존을 위한 여러 가지 물리·화학적인 방법들이 사용되고 있으나, 최근 소비자들은 신선하고 최소한의 가공과 화학 첨가물이 들어 있지 않은 유통기간이 연장된 식품을 요구하고 있다(7,8).

*Corresponding author. E-mail : jhhong@cu.ac.kr
Phone : 82-53-850-3218, Fax : 82-53-850-3218
Received 21 November 2016; Revised 21 December 2016;
Accepted 21 December 2016.
Copyright © The Korean Society of Food Preservation. All rights reserved.

김치 및 각종 장류 등과 같은 전통 발효식품 및 유제품에 함유된 유산균은 오래전부터 섭취되어 온 GRAS(generally recognized as safe) 미생물로 안전하며, 산업적으로 빈번하게 이용되고 있다(9). 일반적으로 품질증가, 식품보존 작용, 장내 유해균 억제 작용, 정장작용 및 면역증강 효과 등의 다양한 생리활성을 가지고 있으며(10,11), 이 중 유산균의 식품보존 작용은 유산균이 생산하는 유기산에 의한 pH저하, H₂O₂, CO₂, diacetyl 및 bacteriocin 등 항균활성 물질의 생산으로 유해 미생물을 사멸시키거나 생육을 억제하는 작용을 하여 식품의 저장성과 안전성에 기여하고 있다(12). 국내에서는 백설기에 천연항균제(4), bacterial cellulose(6), 고구마(13) 및 트레할로스(14) 등을 첨가하여 품질특성 및 저장에 대해 보고된 바 있다.

따라서 본 연구에서는 김치로부터 분리된 유산균인 *Lactobacillus plantarum* CGKW3을 배양한 다음 분무건조 공정으로 유산균을 쌀가루에 포집하여 분말화 하였으며 제조된 유산균 포집 쌀가루를 이용하여 백설기 제조에 첨가한 다음 다양한 품질특성 및 저장안정성을 조사하였고 떡의 대중화 및 상품화를 위한 기초자료를 제공하고자 하였다.

재료 및 방법

유산균 배양

유산균 배양액은 김치로부터 분리한 *Lactobacillus plantarum* CGKW3(KACC92075P)을 사용하였으며, 균주의 배양을 위한 배지(sucrose 20 g, skim milk 10 g, yeast extract 10 g, K₂HPO₄ 2 g, sodium citrate 10 g, MgSO₄ 2 g을 증류수 1 L에 용해)를 제조 한 다음 액체 종균 3%를 접종하고 37°C에서 24시간동안 정치배양(IL-21, Jeio tech., Daejeon, Korea) 하였다.

유산균 포집 쌀가루 제조

쌀가루는 국내산으로 농업회사법인 (주)영풍(Daegu, Korea)에서 제공받은 것을 60 mesh 표준망체(0.25 mm, Chunggye, Seoul, Korea)에 통과시킨 뒤, Autoclave(HB-506-4, Hanback Sci Co., Bucheon, Korea)로 121°C, 1.2기압에서 15분동안 처리한 다음 유산균 포집을 위한 피복물질로 사용하였다.

분무건조에 의한 유산균포집 쌀가루 제조를 위해 유산균 배양액 대비 50%(w/v)의 쌀가루를 첨가하여 교반한 다음 atomizer가 장착된 분무건조기(KL-8, Seogang engineering Co., Ltd., Cheonan, Korea)를 이용하여 inlet temperature 160°C, outlet temperature 100°C로 설정하였고, atomizer speed 17,000 rpm에서 시료 공급속도는 12 mL/min의 조건으로 제조하였으며, -70°C이하 냉동고에 보관하면서 분석용 시료로 사용하였다. 대조구로는 증류수에 쌀가루를 첨가하여 교반 한 다음 분무건조한 분말을 사용하였다.

백설기의 제조

유산균포집 쌀가루를 혼합한 백설기의 재료 배합비는 Table 1과 같다. 백설기에 들어가는 유산균 포집 쌀가루 첨가량을 정하기 위해 예비 실험을 거쳐 재료 전체의 10%, 20% 및 30%의 수준으로 유산균 포집 쌀가루를 무처리 쌀가루 함량과 대체 하였으며, 쌀가루 대비 설탕(Samyang Co., Seoul, Korea) 10%, 정제소금(CJ Cheiljedang Co., Seoul, Korea) 1% 및 증류수 50%(w/v)를 첨가한 다음 20 mesh 표준망체(0.84 mm, Chunggye)에 통과시켜 백설기 제조에 사용하였다. 백설기의 제조는 지름 25 cm×25 cm의 stainless steel 시루 안에 젖은 면 보자기를 깔고 혼합한 재료를 넣어 4 cm 두께가 되도록 위를 평평하게 하여 젖은 면 보자기를 덮은 후 찜통(GRA-SD203C, Tongyang/Magic Co., Seoul, Korea)에 증기가 오르면 20분간 쪄 다음 10분간 뜸을 들이는 방법으로 제조하였으며, 실온에서 10분간 방냉한 다음 실험용 시료로 사용하였다.

Table 1. Formulation of rice cake (*Backsulgi*) added with different concentrations of *L. plantarum* CGKW3 by spray drying (g)

Samples ¹⁾	Rice flour	Spray-dried powder	Water	Sugar	Salt
NTS	300	0	150	30	3
Con	0	300	150	30	3
LP-B10	270	30	150	30	3
LP-B20	240	60	150	30	3
LP-B30	210	90	150	30	3

¹⁾NTS, rice flour 100%; Con, spray-dried rice flour 100%; LP-B10, add with rice flour included *L. plantarum* CGKW3 by spray-drying 10%; LP-B20, add with rice flour included *L. plantarum* CGKW3 by spray-drying 20%; LP-B30, add with rice flour included *L. plantarum* CGKW3 by spray-drying 30%.

수분함량 및 pH 측정

수분함량은 백설기 1 g을 적외선 수분측정기(MB-45, Moisture analyzer, INC., Ohaus, NJ, USA)를 이용하여 105°C에서 수분함량이 항량에 도달할 때까지 건조하여 측정하였다.

pH 측정은 시료 1 g에 증류수 9 mL를 혼합하여 1분간 균질한 후 pH meter(Mettler toledo Instruments Ltd., Langacher, Switzerland)로 상온에서 측정하였다.

색도 측정

색도 측정은 백설기를 표준색도가 L=94.5, a=0.18, b=0.32로 보정된 색차계(Chromameter CR300, Minolta Co, Osaka, Japan)를 사용하여, 명도를 나타내는 L*(lightness), 적색도를 나타내는 a*(redness), 황색도를 나타내는 b*(yellowness)값을 측정하였으며, 색차 ΔE는 아래와 같이 계산하였다.

$$\Delta E = \sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2}$$

기계적 조직감 측정

백설기의 조직감은 rheometer (COMPAC-100, Sun scientific Co., Tokyo, Japan)를 이용하여 분석하였다. 백설기를 25×25×25 mm의 크기로 자른 후 hardness(견고성), cohesiveness(응집성), springiness(탄력성), chewiness(씹힘성)를 측정하였다. 이때, rheometer 측정 조건은 최대 하중 2 Kg, probe distance 5.00 mm, table speed 50 mm/min 및 distance 30%였으며, 모든 시료는 10회 반복 측정하여 평균값±표준 편차로 나타내었다.

저장안정성 및 미생물 안전성 평가

저장안정성 및 미생물 안전성을 평가하기 위해 백설기를 실온에서 30분간 냉각 한 다음, 25×25×25 mm로 잘라 polyethylene film bag에 밀봉하여 25℃에서 6일간 저장하였다. 저장안정성은 시료 1 g에 증류수 9 mL를 혼합하여 1분간 균질한 후 pH meter (Mettler toledo Instruments Ltd.)로 측정하였으며, 미생물 안전성은 시료 1 g에 0.85% sodium chloride 용액(w/v, Duksan pure chemicals Co., Ltd.) 9 mL를 첨가하여 10배 희석법으로 희석한 다음 각각의 희석액 100 µL를 plate count agar (Difco Co., Detroit, MI, USA) 배지에 접종하여 평판 측정법으로 일반세균을 측정하였다. 각각의 plate는 37℃에서 24시간 배양한 다음 형성된 colony 수를 계측하고, colony에 희석배수를 곱하여 시료 g당 CFU (colony forming unit)로 나타내었다. 곰팡이의 형성은 육안으로 디지털 사진기 (Powershot S5 IS, Canon, Tokyo, Japan)를 이용하여 같은 장소, 조명에서 시료와 사진기의 거리 및 높이는 일정하게 유지하고 플래시가 터지지 않도록 촬영하였다.

관능검사

백설기의 관능검사는 30명의 훈련된 평가원을 대상으로 7점 척도(1, 대단히 싫어함; 7, 대단히 좋아함)를 사용하여 평가하였다. 평가 항목은 appearance(외관), color(색), flavor(향미), taste(맛), texture(조직감), hardness(딱딱함) 및 overall preference(전체적 기호도)였으며, 정확한 결과를 위해서 각 시료간 물을 이용하여 입안을 헹구고 충분한 시간 간격을 두고 검사를 실시하였다.

통계처리

모든 실험결과는 3회 반복하여 실시하였고 그 결과 값을 평균±표준편차로 나타내었으며 SPSS(19.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 이용하여 분산분석(ANOVA)과 Duncan's multiple range test(p<0.05)를 실시하였다.

결과 및 고찰

수분함량 및 pH

분무건조 공정을 이용하여 제조된 유산균포집 쌀가루의 유산균수는 7.57 log CFU/mL였고, pH 및 산도는 각각 4.97 및 0.19%를 나타내었다. 유산균 포집 쌀가루 첨가량에 따른 백설기의 수분함량 및 pH는 Table 2에 나타내었다.

백설기의 수분함량은 유산균 포집 쌀가루 첨가량이 증가함에 따라(LP-B10~LP-B30, 유산균 포집 쌀가루 10~30%) 33.39~36.70%로 증가하는 경향을 나타내었으며, NTS(무처리 쌀가루 100%) 및 Con(분무건조 쌀가루 100%)에서 각각 34.84% 및 30.68%의 함량을 나타내었다. 이는 Con의 수분함량이 NTS보다 낮게 함유되어 있어 백설기 제조시 전분의 호화에 필요한 수분이 부족하여 호화를 방해하는 동시에 가열로 인한 응고성이 커지므로 백설기의 수분함량이 낮게 나타난 것으로 사료된다. Shim 등(15)의 *Lactobacillus delbrückii*를 첨가한 식빵의 품질연구에서 유산균이 첨가된 sourdough를 이용한 식빵이 일반 식빵에 비해 보수력 증가 효과가 있다고 보고하였다. 또한, Seibel 와 Brummer(16)의 독일의 sourdough 빵 제조 연구에서 유산균 포집에 의해 pH가 저하되고 원료 쌀가루의 단백질과 탄수화물의 수화 및 팽창을 촉진시켜 보수력 증가를 통한 탄수화물의 효소 분해 억제로 탄력성을 증가시켜 준다고 보고하였다.

Table 2. Moisture contents and pH of rice cake (*Backsulgi*) added with different concentrations of *L. plantarum* CGKW3 by spray-dried powder

Samples ¹⁾	Moisture content (%)	pH
NTS	34.84±0.04 ^{b2)}	6.13±0.01 ^b
Con	30.68±0.40 ^d	6.17±0.01 ^a
LP-B10	33.39±0.31 ^c	5.86±0.01 ^c
LP-B20	34.54±0.15 ^b	5.64±0.01 ^d
LP-B30	36.70±1.10 ^a	5.46±0.01 ^e

¹⁾NTS, rice flour 100%; Con, spray-dried rice flour 100%; LP-B10, add with rice flour included *L. plantarum* CGKW3 by spray-drying 10%; LP-B20, add with rice flour included *L. plantarum* CGKW3 by spray-drying 20%; LP-B30, add with rice flour included *L. plantarum* CGKW3 by spray-drying 30%.

²⁾Means±SD (n=3) within each column (a-e) followed by the same letter are not significantly different (p<0.05).

pH는 유산균 포집 쌀가루 첨가량이 10%, 20% 및 30%로 증가함에 따라 pH 5.86에서 5.46으로 유의적으로 저하되었으며, 무처리군 및 증류수에 쌀가루를 첨가하여 분무건조한 대조군은 각각 pH 6.13 및 pH 6.17로 나타났다. Cha 등(17)은 *Lactobacillus acidophilus*를 배양한 밀가루 발효물면(noodles)의 pH에서 발효물 첨가량이 20%로 증가함에 따라 pH 6.01에서 pH 4.03으로 저하되는 경향을 나타내었는데, 이는 유산균 발효물의 유기산에 의한 것으로 본 연구에서도 유사한 경향을 나타내었다. 이는 본 연구결과에서

도 유산균 포집 쌀가루의 첨가를 통한 pH 저하 및 보수력 증가로 백설기의 식감 개선이 가능할 것으로 사료된다.

색 도

유산균 포집 쌀가루 첨가량에 따른 백설기 색도를 측정 한 결과는 Table 3에 나타내었다. 색도는 NTS에서 L값, a값 및 b값이 각각 87.66, -1.29 및 7.91을 나타내었으며, L값은 Con에서 90.01로 가장 높고 LP-B30에서 82.96로 가장 낮게 나타났다. a값 및 b값은 유산균 포집 쌀가루 첨가량이 증가함에 따라 각각 -0.87~-0.50 및 9.75~12.83으로 증가하는 경향을 나타내었다. 특히 NTS를 기준으로 유산균 포집 쌀가루 첨가량 증가에 따른 ΔE 값은 LP-B10에서 3.66로 색의 변화가 가장 낮았고, LP-B30에서 6.85로 가장 높은 변화를 나타내었다. 이는 Cha 와 Lee (18)의 *Lactobacillus acidophilus*로 발효시킨 밀가루 발효물 반죽의 총 색도 값이 대조구 보다 높았다고 보고하였으며, Chang 등(19)의 유산균 발효 쌀가루의 혼합비율에 따른 전(Jeon)의 색도에서 유산균 발효 쌀가루의 혼합 비율이 증가할수록 전의 L값은 감소하고 a값 및 b값은 증가한다고 보고하여, 본 연구 결과와 유사한 경향을 나타내다. 이는 유산균 배양액 포집에 따른 쌀가루의 색도 변화에 의해 백설기 제조시 색의 변화가 나타나는 것으로 사료된다.

Table 3. Hunter color value of rice cake (Baksulgŭ) added with different concentrations of *L. plantarum* CGKW3 by spray drying

Samples ¹⁾	L	a	b	ΔE
NTS	87.66±0.80 ^{b2)}	-1.29±0.04 ^d	7.91±0.14 ^d	-
Con	90.01±0.62 ^a	-0.87±0.02 ^c	8.34±0.12 ^d	2.43±0.60 ^c
LP-B10	86.08±0.11 ^c	-0.87±0.02 ^c	9.75±0.51 ^c	3.66±0.16 ^b
LP-B20	83.38±0.95 ^d	-0.70±0.17 ^b	11.17±0.15 ^b	4.67±1.05 ^b
LP-B30	82.96±0.52 ^d	-0.50±0.01 ^a	12.83±0.14 ^a	6.85±0.45 ^a

¹⁾NTS, rice flour 100%; Con, spray-dried rice flour 100%; LP-B10, add with rice flour included *L. plantarum* CGKW3 by spray-drying 10%; LP-B20, add with rice flour included *L. plantarum* CGKW3 by spray-drying 20%; LP-B30, add with rice flour included *L. plantarum* CGKW3 by spray-drying 30%.

²⁾Means±SD (n=3) within each column (a-d) followed by the same letter are not significantly different (p<0.05).

기계적 조직감

유산균 포집 쌀가루 첨가량에 따른 백설기의 기계적 조직감을 측정한 결과는 Table 4에 나타내었다. 경도(hardness)는 유산균 포집 쌀가루 첨가량이 증가할수록 931.37~1,222.67 g/cm²로 Con의 867.70 g/cm² 및 NTS 999.70 g/cm²에 비해 경도가 증가하였다. Yoon(20)의 연잎가루를 첨가한 백설기 제조 연구에서 경도는 떡의 품질 평가에 가장 중요한 요소로 주로 수분 함량과 관련이 있다고 보고하였다. 이는 본 연구결과에서 유산균 포집 쌀가루 첨가에 의해 백설기의 수분 보수력 증가로 Con에 비해 경도가 증가하는 경향을 나타내었다. 응집성(cohesiveness) 및

탄력성(springiness)은 유산균 포집 쌀가루 첨가량이 증가함에 따라 각각 8.96~10.58% 및 31.41~34.48%로 Con 구간의 6.72% 및 25.61%에 비해 백설기의 응집성 및 탄력성이 증가하였다. 씹힘성(chewiness)은 유산균 포집 쌀가루 첨가량 증가에 따라 42.46~62.37 g으로 Con 구간의 28.72 g에 비해 증가하는 경향을 나타내었다. 유산균 포집 쌀가루는 증류수에 쌀가루를 첨가하여 분무건조 한 Con에 비해 백설기의 조직감이 NTS와 유사하거나 개선되는 효과를 나타내었다. 백설기 자체는 탄성의 변화가 적은 시료임에도 불구하고 탄력성 및 내부 결합력인 응집성이 증가하였으며(21), LP-B20에서 NTS군과 기계적 조직감이 매우 유사한 경향을 나타내어 향후 조직감이 개선된 백설기를 제조할 수 있을 것으로 사료된다.

Table 4. Texture profile analysis parameters of rice cake (Baksulgŭ) added with different concentrations of *L. plantarum* CGKW3 by spray drying

Samples ¹⁾	Textural property			
	Hardness (g/cm ²)	Coheiveness (%)	Springiness (%)	Chewiness (g)
NTS	999.70±19.29 ^{a2)}	9.53±0.51 ^{ab}	32.29±0.89 ^a	48.68±2.56 ^b
Con	867.70±7.99 ^c	6.72±1.15 ^c	25.61±3.47 ^b	28.72±7.14 ^c
LP-B10	931.37±8.25 ^d	8.96±0.66 ^b	31.41±1.00 ^a	42.46±3.26 ^b
LP-B20	1,023.67±16.77 ^b	9.35±0.44 ^{ab}	33.47±1.04 ^a	47.29±2.80 ^b
LP-B30	1,222.67±7.51 ^a	10.58±0.29 ^a	34.48±0.97 ^a	62.37±7.32 ^a

¹⁾NTS, rice flour 100%; Con, spray-dried rice flour 100%; LP-B10, add with rice flour included *L. plantarum* CGKW3 by spray-drying 10%; LP-B20, add with rice flour included *L. plantarum* CGKW3 by spray-drying 20%; LP-B30, add with rice flour included *L. plantarum* CGKW3 by spray-drying 30%.

²⁾Means±SD (n=3) within each column (a-e) followed by the same letter are not significantly different (p<0.05).

저장안정성

백설기의 저장안정성은 유산균 포집 쌀가루를 첨가하여 백설기를 제조 한 다음 실온에서 6일간 보존하며 pH 측정 결과를 Fig. 1에 나타내었다. 유산균 포집 쌀가루 첨가 백설기의 저장기간별 pH 측정에서 LP-B20 및 LP-B30 구간에서는 pH의 유의적인 변화를 나타내지 않았다. 그러나 다른 모든 구간에서는 저장 4일까지 안정하였으나 4일 이후 백설기의 pH가 급격히 저하되는 경향을 나타내었다. 이는 백설기의 저장 중 균의 증식에 의한 백설기의 변패에 의해 pH가 변화한 것으로 사료되며, Cha 등(15)의 *Lactobacillus acidophilus*를 배양한 밀가루면(noodles) 저장성 연구에서 면의 pH 변화는 4일 저장 후 pH가 다소 저하되었으나 그 이후부터는 큰 저하 없이 일정하게 유지되었다고 보고하였다.

미생물 안전성

유산균 포집 쌀가루를 첨가하여 제조한 백설기의 미생물

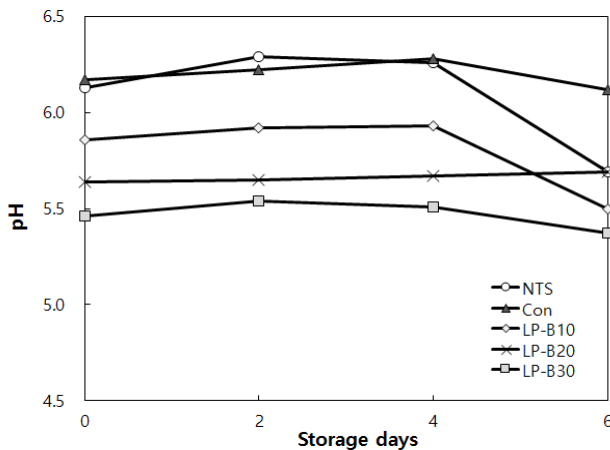


Fig. 1. Change in pH of rice cake (*Baekseolgi*) produced during the storage for 6 days at room temperature (25°C).

NTS, rice flour 100%; Con, spray-dried rice flour 100%; LP-B10, add with rice flour included *L. plantarum* CGKW3 by spray-drying 10%; LP-B20, add with rice flour included *L. plantarum* CGKW3 by spray-drying 20%; LP-B30, add with rice flour included *L. plantarum* CGKW3 by spray-drying 30%.

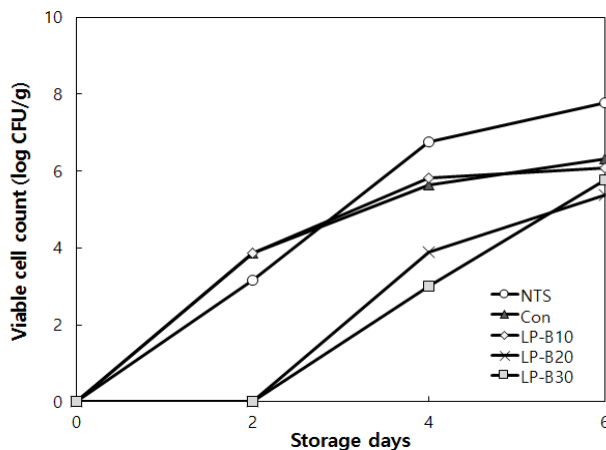


Fig. 2. Change in viable cell count of rice cake (*Baekseolgi*) produced during the storage for 6 days at room temperature (25°C).

NTS, rice flour 100%; Con, spray-dried rice flour 100%; LP-B10, add with rice flour included *L. plantarum* CGKW3 by spray-drying 10%; LP-B20, add with rice flour included *L. plantarum* CGKW3 by spray-drying 20%; LP-B30, add with rice flour included *L. plantarum* CGKW3 by spray-drying 30%.

안전성은 실온에서 6일간 보존하며 일반세균 수 및 외관변화 측정 결과를 Fig. 2 및 Fig. 3에 나타내었다. 일반세균수의 변화는 LP-B20 및 LP-B30의 경우 저장 2일차까지 일반세균의 생장을 나타내지 않아 시중에 판매되는 백설기(NTS) 대비 2일 이상의 미생물 안전성이 연장되는 효과를 나타내었으며, LP-B10의 경우 저장 2일차에 유해 미생물 수가 4 log CFU/g 이상 증가하여 낮은 안전성을 나타내었다. 특히 6일 동안 육안으로 관찰한 결과, 유산균 포집 쌀가루 첨가량 정도에 따라 곰팡이의 번식 정도를 확연히 알 수 있었다(Fig. 3). 최근 유산균을 이용한 빵의 보존법이 안전한 대안으로 평가받고 있다(22). 이러한 유산균의 효과는 유기산, 지방산 및 펩타이드 등의 부산물에 의한 것으로 알려져 있으며(23), Choi 등(24)의 김치유산균으로 발효한 쌀가루의 유기산조성에서 lactic acid 함량 증가를 통해 저장 안전성 향상에 유리한 역할을 할 수 있을 것이라고 보고하였다. 본 연구결과에서는 백설기를 제조한 다음 유산균 수 측정결과 모두 사멸함을 확인하였으며(data not shown), 이는 증기에 20분간 쪄 다음 10분간 뜸을 들이는 과정에서 유산균이 사멸한 것으로 사료된다. 따라서, 유산균 포집 쌀가루를 이용한 백설기의 저장 안전성 향상은 유산균 포집을 통한 유기산함량의 증가로 인한 pH 조절과 더불어 적절한 수분함량이 중요한 요소라 판단된다. Kim과 Park (25)의 흰 절편 저장 연구에서 보통 포장하지 않은 절편은 20°C에 1일간 보관하여도 미생물의 작용으로 변패가 일어나고 외관으로 보아도 식용이 불가능하다고 보고하여, 유산균 포집 쌀가루를 통해 제조된 백설기의 저장안정성의 개선을 확인할 수 있었다.

관능평가

유산균 포집 쌀가루를 첨가한 백설기의 관능평가를 외관(appearance), 색(color), 향(flavor), 맛(taste), 조직감(texture), 단단한 정도(hardness) 및 전반적인 기호도(overall acceptability)를 평가한 결과는 Table 5와 같다. 관능평가 결과 외관 및 색은 LP-B10에서 가장 높았으며, 대조구(Con) 및 LP-B30에

Table 5. Sensory evaluation results of rice cake (*Baeksulgi*) added with different concentrations of *L. plantarum* CGKW3 by spray drying

Sample ¹⁾	Sensory evaluation						
	Appearance	Color	Flavor	Taste	Texture	hardness	Overall acceptability
NTS	4.60±2.01 ^{ab2)}	4.70±1.77 ^b	3.60±1.51 ^a	3.60±1.51 ^a	2.90±1.37 ^b	3.10±1.60 ^b	3.60±1.35 ^c
Con	3.40±1.90 ^b	3.70±1.70 ^b	3.10±1.45 ^b	2.20±1.40 ^b	1.80±1.32 ^b	2.20±1.62 ^b	2.40±1.17 ^d
LP-B10	5.80±1.23 ^a	5.60±1.17 ^a	5.60±1.35 ^a	4.40±1.43 ^a	4.60±1.58 ^a	4.80±1.40 ^a	5.00±1.25 ^{ab}
LP-B20	4.90±1.79 ^{ab}	5.00±1.56 ^a	5.30±1.34 ^a	5.00±1.83 ^a	5.60±1.35 ^a	5.10±1.79 ^a	5.70±1.25 ^a
LP-B30	4.40±1.96 ^b	3.40±1.58 ^b	3.30±1.42 ^a	4.30±1.34 ^a	5.20±2.10 ^a	5.10±1.52 ^a	4.40±1.43 ^{bc}

¹⁾NTS, rice flour 100%; Con, spray-dried rice flour 100%; LP-B10, add with rice flour included *L. plantarum* CGKW3 by spray-drying 10%; LP-B20, add with rice flour included *L. plantarum* CGKW3 by spray-drying 20%; LP-B30, add with rice flour included *L. plantarum* CGKW3 by spray-drying 30%.

²⁾Means±SD (n=3) within each column (a-d) followed by the same letter are not significantly different (p<0.05).

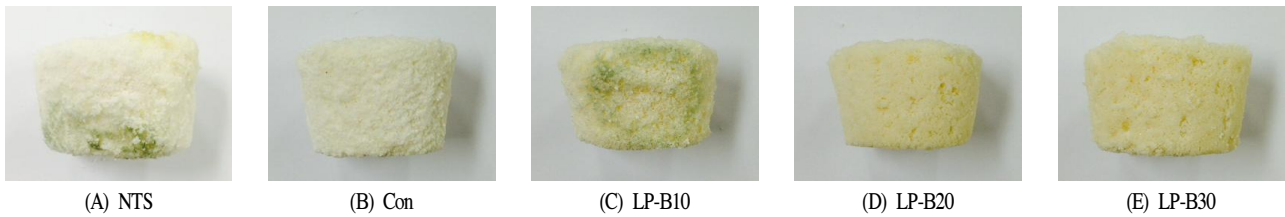


Fig. 3. Observation of rice cake (*Baekseolgi*) produced during the storage for 6 days at room temperature (25°C).

NTS, rice flour 100%; Con, spray-dried rice flour 100%; LP-B10, add with rice flour included *L. plantarum* CGKW3 by spray-drying 10%; LP-B20, add with rice flour included *L. plantarum* CGKW3 by spray-drying 20%; LP-B30, add with rice flour included *L. plantarum* CGKW3 by spray-drying 30%.

서 가장 낮게 나타났다. 이는 Con의 수분함량이 분무건조에 의해 무처리(NTS)보다 낮게 나타났으며, 색도는 LP-B30부터 b값은 증가하고 a값은 감소하여 밝기가 어두워짐에 따라 기호도가 낮아진 것으로 판단된다. 이러한 경향은 향 및 맛에서도 같았다. 조직감 및 단단한 정도에서는 Con 및 NTS에 비해 유산균 포집 쌀가루를 첨가한 백설기의 기호도가 모두 높은 평가를 받았다. 이는 Lee 등(26)의 쌀가루 분쇄 방법 및 입자 크기에 따른 백설기의 관능평가에서 수분함량이 높을수록 쫄깃한 정도가 높게 평가된다는 보고로 미루어 볼 때, 본 평가 또한 수분 보수력 증가에 의해 전반적인 씹힘성이 개선된 것으로 사료된다. 전반적인 기호도는 LP-B20에서 가장 우수하였고 Con에서 가장 낮게 나타났으며, Park 등(4)의 키토산과 천연 항균제제를 함유한 백설기의 관능평가결과 약간 단단한 백설기가 기호성이 높은 경향을 나타내었다고 보고하여 본 연구결과와 유사하였다.

요 약

본 연구에서는 우리나라 전통식품 중 하나인 떡의 대중화 및 상품화를 위하여 김치로부터 분리된 *Lactobacillus plantarum* CGKW3이 포집된 쌀가루를 이용하여 관능 및 저장성이 향상된 백설기를 제조하고자 하였다. 유산균 포집 쌀가루는 무처리 쌀가루 대비 각각 10%(LP-B10), 20%(LP-B20) 및 30%(LP-B30)를 첨가하여 제조된 백설기의 수분함량 및 pH는 각각 33.39~36.70% 및 5.81~5.46이었다. 색도는 유산균 포집 쌀가루에 의해 L값은 감소하고, a값 및 b값은 증가하는 경향을 나타내었으며, ΔE값은 LP-B10에서 가장 낮게 나타났다. 조직감에서는 유산균 포집 쌀가루 첨가량이 증가할수록 경도(931.37~1,222.67 g/cm²), 응집성(8.96~10.58%), 탄력성(31.41~34.48%) 및 씹힘성(42.46~62.37 g)이 유의적으로 증가하였다. 저장안정성의 경우 LP-B20 및 LP-B30에서 pH는 6일간 유의적인 변화를 나타내지 않았으며, 미생물 안전성은 저장 2일까지 일반세균이 발견되지 않아 저장안전성이 향상되었음을 확인하였다. 관능평가 결과 유산균 포집 쌀가루를 첨가한 경우 백설기의 외관, 색, 향, 맛, 조직감, 단단한 정도 및 전반적

인 기호도가 상승하였고, 특히 20%의 유산균 포집 쌀가루를 첨가했을 때 전반적인 기호도 및 저장성이 유의적으로 상승하였다. 따라서, 유산균 포집 쌀가루 첨가는 백설기의 관능 및 저장특성을 향상시키고 품질특성을 개선시켜 쌀 가공품의 다양성 및 상품화에 기여할 수 있을 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 산업통상자원부에서 지원하는 2014년도 지역 특화산업육성 기술개발사업(No.R0002973)의 연구수행으로 인한 결과물임을 밝힙니다.

References

- Han JA (2009) Digestive, physical and sensory properties of cookies made of dry-heated OSA-high amylose rice starch. *Korean J Food Sci Technol*, 41, 668-672
- Kum JS, Lee HY, Park JD (2011) Study of processing technology and product development for exportation of traditional rice product. *KFREI* 308005-3
- Kim SS, Chung HY (2007) The texture and descriptive sensory characteristics of a Korean rice cake (*Karedduk*) with added emulsifier. *Korean J Food Nutr*, 20, 427-432
- Park LY, Jeong EJ, Lee SH (2013) Effects of preservative containing chitosan and natural antimicrobials on quality and shelf life of *Baeksulgi*. *J Chitin Chitosan*, 18, 105-110
- Jang EJ, Lee YK, Lee HG (1996) The study for consciousness, dietary life behaviors on Korean traditional food. *Korean J Dietary Culture*, 11, 179-206
- Jang SY, Kim OM, Jeong YJ (2005) Quality characteristics of *Baikseolgi* added with the bacterial cellulose. *Korean J Food Preserv*, 12, 455-459
- Brul S, Cote P (1999) Preservative agents in food. Mode of action and microbial resistance mechanisms. *Int J Food Microbiol*, 50, 1-17

8. Sanglard D (2002) Resistance of human fungal pathogens to antifungal drugs. *Curr Opin Microbiol*, 5, 379-385
9. Cha SD, Yu JW, Kim TW, Cho HS, Lee DH (2012) Effects of *Lactobacillus plantarum* CIB 001 on lipid metabolism of hypercholesterolemic rats. *Korean J Food Sci Technol*, 44, 324-330
10. Shida K, Makino K, Morishita A, Takamizawa K, Hachimura S, Ametani A, Sato T, Kumagi Y, Habu S, Kaminogawa S (1998) *Lactobacillus casei* inhibits antigen-induced IgE secretion through regulation of cytokine production in murine splenocyte cultures. *Int Arch Allergy Immunol*, 115, 278-287
11. Resta-Lenert S, Barrett KE (2006) Probiotics and commensals reverse TNF- α - and IFN- γ -induced dysfunction in human intestinal epithelial cells. *Gastroenterology*, 130, 731-746
12. Klaenhammer TR (1988) Bacteriocins of lactic acid bacteria. *Biochimie*, 70, 337-349
13. Lee JH, Kim BK (2010) Effect of added sweet potato flour on the quality characteristics of the Korean traditional steamed rice cake, *Baeksulki*. *Food Eng prog*, 14, 135-145
14. Kim Hy, Noh KS (2008) Effect of Trehalose on the shelf-life of *Baeksulgies*. *Korean J Food Cookery Sci*, 24, 912-918
15. Shim EJ, An JH, Yu JH (1996) Studies on the effect of *Lactobacillus delbrückii* on the quality of bread. *Korean Dairy Technol*, 14, 85-95
16. Seibel W, Brummer JM (1991) The sourdough process for bread in Germany. *Cereal foods world*, 36, 299-302
17. Cha WJ, Lee JH, Lee SK (2007) Preservation of noodles adding the wheat flour ferment cultured by *Lactobacillus acidophilus*. *Korean J Food Sci Technol*, 39, 164-168
18. Cha WJ, Lee SK (2008) Effects of wheat flour ferment cultured by *Lactobacillus acidophilus* on the physical properties of cooked noodles. *Korean J Food Sci Technol*, 40, 321-325
19. Chang YE, Kim JS, Lee JH, Kim KM, Kim GC (2014) Quality characteristics of Korean pan-fried food (*Jeon*) added with lactic-fermented rice flour. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 43, 868-876
20. Yoon SJ (2007) Quality characteristics of *Sulgitteok* added with Lotus leaf powder. *Korean J Food Cookery Sci*, 23, 433-442
21. Kim CH (2009) Quality characteristics of *Paeksulgi* (Korean rice cake) containing various levels of whey protein isolate powder. *Korean J Food Culture*, 24, 561-569
22. Gerez CL, Carbajo MS, Rollan G, Torres LG, Font de Valdez G (2010) Inhibition of citrus fungal pathogens by using lactic acid bacteria. *J Food Sci*, 75, 354-359
23. Corsetti A, Gobbetti M, Rossi J, Damiani P (1998) Antimould activity of sourdough lactic acid bacteria: identification of a mixture of organic acids produced by *Lactobacillus sanfrancisco* CB1. *Appl Microbiol Biotechnol*, 50, 253-256
24. Choi HJ, Lee HW, Yoon S (2013) Fermentation of rice flour with *Weissella koreensis* HO20 and *Weissella kimchii* HO22 isolated from kimchi and its use in the making of *Jeolpyeon*. *Korean J Food Cookery Sci*, 29, 267-274
25. Kim YS, Park CR (2002) The microbiological quality estimation of samul chol-pyon during the storage. *Korean J Soc Food Cookery Sci*, 18, 46-51
26. Lee MG, Son SH, Choung MG, Kim ST, Ko JM, Han WY, Yoon WB (2015) Effect of milling methods and particle size on rice cake (*Baeksulgi*) characteristics. *Food Eng prog*, 19, 1-7