

발아찰현미떡의 품질 및 소화특성

김민지¹ · 이수진² · 최영희² · 손동화³ · 정현정¹

¹전남대학교 식품영양학과학부·생활과학연구소

²수성대학교 호텔조리과

³수성대학교 제과제빵커피과

Quality and Digestibility Characteristics of Rice Cake with Germinated Brown Waxy Rice

Min-Ji Kim¹, Su-Jin Lee², Young-Hee Choi², Dong-Hwa Son³, and Hyun-Jung Chung¹

¹Division of Food and Nutrition and Research Institute for Human Ecology, Chonnam National University

²Department of Hotel Cuisine and ³Department of Bakery & Barista, Suseong College

ABSTRACT Germinated brown rice (GBR) has received great attention due to its enhanced nutritional value. Brown waxy rice was germinated at 30°C for 10 h, 20 h, or 30 h with 95% humidity. The color, texture, digestibility, and sensory characteristics of waxy rice cake made by GBR were evaluated. Pasting viscosity of rice flour was substantially reduced, whereas γ -amino butyric acid content increased with an increase in germination time. Lightness of rice cake with GBR was lower than that with brown rice, whereas the redness and yellowness of rice cake were higher after germination. For textural properties, the hardness, gumminess, and chewiness of rice cake with GBR were lower than those with brown rice, and decreased hardness was more prominent with an increase in germination time. The *in vitro* starch digestibility of rice cake was elevated by germination, showing an increase in rapidly digestible starch content and decrease in resistant starch content. In the sensory evaluation, the overall acceptability of rice cake with brown rice and GBR was greater than that with white rice, whereas it was reduced with an increase in germination time.

Key words: waxy rice, germinated brown rice, *in vitro* digestibility, textural properties, sensory evaluation

서론

찰(*Oryza sativa* L.)은 우리나라를 포함하여 아시아 지역에서 주요 식량자원으로 이용되고 있다. 현미는 과피, 종피 및 호분층으로 구성된 미강과 배(embryo) 및 배유(endosperm)로 이루어져 있으며, 이들의 구성비는 일반적으로 미강 5~6%, 배 2~3%, 배유 92% 정도이다(1). 현미는 백미에 비해 식이섬유, 피틴산, 비타민, γ -amino butyric acid (GABA) 등이 풍부하며 칼슘과 철분을 비롯한 각종 무기질의 함량도 많다. 하지만 뛰어난 영양성에도 불구하고 현미는 단단한 껍질로 인한 거친 식감과 높은 섬유소 함량으로 소화되기 어렵고 소화율이 낮다는 단점이 있다(2,3). 따라서 이와 같은 문제점을 개선하기 위해 여러 영양성과 기능성을 포함한 발아현미가 주목을 받고 있다. 발아란 적정온도와 수분을 공급하여 배아 부분을 싹 틔운 것이다. 발아현미는

기존 현미에 비해 조직이 연화되어 질감이 개선되고, 체내 흡수가 잘된다. 또한, 비타민, 미네랄, 섬유소와 ferulic acid, γ -oryzanol과 GABA 등 각종 기능성 성분들이 증가하며(4), 혈중 콜레스테롤 증가 억제, 혈압상승 억제, 비만 방지, 면역능력 증진 등의 효과가 높은 것으로 알려져 있다(1,3,5).

떡은 농경을 주로 하는 우리나라에서 역사가 깊은 고유의 대표적 음식이며(6), 곡식을 가루 내어 물과 반죽하여 곡류의 입자 및 가루를 소화시켜 제조하는 곡물 가공음식으로 한국인이 즐겨먹는 전통음식 중 하나이다(7). 떡의 종류는 다양하며 만드는 방법에 따라 찌는 떡, 치는 떡, 삶는 떡, 지지는 떡으로 나누며(8), 찹쌀떡이 멥쌀떡에 비해 소화가 잘되며 전분 노화 지연 등의 장점이 있다(7).

전분은 소장에서의 소화속도에 따라 빠르게 소화되는 전분인 RDS(rapidly digestible starch), 천천히 소화되는 전분인 SDS(slowly digestible starch), 소화되지 않는 전분인 RS(resistant starch)로 분류된다(3,9). RDS는 음식 섭취 후 혈당을 빠르게 증가시키며, SDS는 소장 전체를 지나면서 RDS보다 천천히 소화된다. RS는 소장에서 소화되지 않기 때문에 장내 미생물 성장의 기질이 되며 지방축적을 저해하여 고콜레스테롤혈증을 감소시킨다고 알려져 있다

Received 8 June 2016; Accepted 15 June 2016

Corresponding author: Hyun-Jung Chung, Division of Food and Nutrition and Research Institute for Human Ecology, Chonnam National University, Gwangju 61186, Korea
Email: hchung@jnu.ac.kr, Phone: +82-62-530-1333

(10).

현미와 발아현미에 관한 연구로는 현미와 발아현미 혼합 비율을 달리한 설기의 품질 특성(5), 현미와 발아현미증편의 품질 특성에 관한 연구(11), 발아현미분을 첨가한 국수의 제조 특성(12), 유자청을 첨가한 발아현미다식의 품질 특성(13), 뽕쌀 비율에 따른 발아현미 가래떡의 품질 특성(14), 현미썩인절미의 품질 특성(15) 등이 있다. 현미와 발아현미로 제조한 떡에 관한 연구는 많지만 주로 품질 특성에 관한 것이며 소화율에 관한 연구는 미비하다.

이에 본 연구에서는 소화율을 조절할 수 있는 쌀 가공제품 개발을 위해 발아시간을 달리하여 발아찰현미를 제조한 후 발아찰현미가루의 특성을 살펴보고, 발아찰현미가루를 이용하여 떡을 만든 후 색도, 기계적 물성, *in vitro* 소화율, 관능적 품질 특성을 살펴보았다.

재료 및 방법

실험재료

본 실험에 사용된 시료는 2014년에 수확된 백옥찰(*Bae-kokchal*) 품종을 농촌실용화재단(Suwon, Korea)에서 구입하여 사용하였다.

발아현미 제조

현미 시료를 3회 수세한 후 0.1% NaOCl 용액에 30분 동안 수침시킨 다음 수돗물로 다시 씻고 상온에서 24시간 동안 침지하였다. 침지된 시료를 humidity chamber(JSTH-8000CP, JS Research Inc., Gongju, Korea)를 이용하여 30°C와 99% 상대습도에서 10, 20, 30시간 동안 발아시켰다. 발아가 완료되면 건조시킨 후 믹서기(DA5500, Daesung Artlon Co., Seoul, Korea)를 이용하여 분쇄하고 50 mesh 체에 통과시켜 가루로 사용하였다.

RVA(rapid visco-analyzer)를 이용한 발아현미가루의 페이스트 점도

찰현미와 발아찰현미가루의 페이스트 점도 특성은 RVA(Newport Scientific Ltd., Warriwood, Australia)를 이용하여 측정하였다. 7%(w/v) 용액을 50°C에서 1분간 유지한 후 50~95°C까지 6°C/min의 속도로 가열하고, 95°C에서 5분간 유지한 후 95~50°C까지 6°C/min의 속도로 냉각한 다음 50°C에서 2분간 유지하면서 점도를 측정하였다. 페이스팅 온도(pasting temperature), 피크점도(peak viscosity), breakdown, setback과 최종점도(final viscosity)를 측정하였다.

발아현미가루의 GABA 함량

찰현미와 발아찰현미가루의 GABA 함량을 분석하기 위하여 HPLC(Ultimate 3000, Dionex, Sunnyvale, CA, USA)를 이용하였다. 현미가루 200 mg을 정확히 칭량하여 증류

수 2 mL를 첨가하여 상온에서 24시간 추출 후 원심분리하고 상등액을 취하여 0.45 µm membrane filter로 여과하여 분석시료로 사용하였다. 분석을 위한 칼럼으로 Acclaim 120 C18(4.6 mm×150 mm, 5 µm)을 이용하였고 이동상은 이동상 A(10 mM Na₂HPO₄, 10 mM Na₂B₄O₇, 0.5 mM-Na₃, pH 8.2)와 이동상 B(acetonitrile/methanol/DW, 45/45/10)를 gradient로 하였으며 유속은 1.2 mL/min으로 UV 검출기 338 nm에서 분석하였다.

찰쌀떡의 제조

백미, 현미, 발아현미를 3회 수세한 후 3시간 동안 수침시킨 다음 체를 이용하여 1시간 동안 물기를 제거하였고, 믹서기(DA5500, Daesung Artlon Co.)를 이용하여 분쇄하고 50 mesh 체에 통과시켜 사용하였다. 백미, 현미, 발아현미가루를 찰쌀떡 제조 기계(SMG-3604 CR, Tiger Co., Osaka, Japan)에 넣어 12분 찌고 5분간 치대는 과정으로 찰쌀떡을 제조하였다. 제조된 찰쌀떡은 실온에서 30분 동안 냉각시킨 후 소화율, 색도, 조직감, 관능검사를 수행하였다.

찰쌀떡의 색도 측정

찰쌀떡의 색도는 색도계(Spectra magic NX, Konica Minolta, Tokyo, Japan)를 이용하여 찰쌀떡을 직경 30 mm, 높이 10 mm인 petri dish를 사용하여 Hunter *L*(lightness), *a*(redness), *b*(yellowness)를 측정하였다.

찰쌀떡의 조직감 측정

찰쌀떡의 조직감 특성은 2×2×2 cm 크기로 잘라서 Texture analyzer(TA-TX+, Stable Micro Systems, Surrey, UK)를 이용하여 측정하였다. TPA(Texture Profile Analysis)를 이용하여 strain 50%, test speed 1.0 mm/s, probe 20 mm cylinder의 조건에 측정하였다. 측정 후 얻어진 force-distance curve로부터 경도(hardness), 부착성(adhesiveness), 응집성(cohesiveness), 탄성(springiness), 검성(gumminess), 씹힘성(chewiness)을 측정하였다.

찰쌀떡의 *in vitro* 소화율

찰쌀떡의 *in vitro* 소화율은 Englyst 등(16)의 방법을 수정하여 분석하였다. 일정한 홀의 크기(4 mm)를 가지는 meat mincer를 활용하여 입자의 크기를 감소시킨 후 시료와 구아검을 포함하는 HCl 용액을 가하고 유리구슬을 첨가하였다. 0.05 g의 pepsin을 넣고 37°C에서 30분간 150 rpm에서 반응시켜 단백질을 분해시켰다. 용액에 sodium acetate buffer(pH 5.2)와 pancreatic α-amylase(P-7545, Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA)와 glucoamylase(A-9913, Sigma-Aldrich Co.)를 혼합한 효소를 첨가하여 37°C에서 150 rpm으로 교반하면서 일정한 시간(0~180분) 동안 반응시킨 시료를 취하여 원심분리 한 후 용액 속의 glucose 함량은 glucose oxidase and peroxidase assay kits

(GAGO-20, Sigma-Aldrich Co.)을 이용하여 분석하였다. 20분 이내에 분해된 전분 함량을 RDS로, 20분과 120분 사이에 분해된 전분 함량을 SDS로, 120분 동안 분해되지 않는 전분 분획을 RS로 분석하였다.

찰쌀떡의 관능적 특성

찰쌀떡의 관능적 특성을 조사하기 위하여 10명의 패널에게 찰쌀떡의 관능적 검사 항목을 반복 훈련시킨 후 시료를 5 cm 크기로 하여 제공하였다. 검사항목은 색(color), 향(flavor), 부착성(stickiness), 전반적인 기호도(overall acceptability)를 평가표에 관능특성을 잘 반영하고 있다고 생각되는 점수를 표시하도록 하였으며 관능적 품질의 기호도는 7점 채점법으로 하였다.

통계처리

실험 결과 얻어진 자료에 대한 통계처리는 SPSS Statistics(Version 21, SPSS Institute Inc., Cary, NC, USA) Program을 이용하여 분산분석(ANOVA)을 시행하였고, 실험군 간의 유의성은 Duncan의 다중범위시험법(Duncan's multiple range test)으로 $P < 0.05$ 수준에서 유의성을 검증하였다.

결과 및 고찰

발아찰현미가루의 페이스트 점도 특성

현미와 발아현미가루의 페이스트 점도 특성 지표들을 Table 1에 나타내었다. 시료 가열 시 전분입자가 호화(gelatinization)되어 페이스트를 형성하는 온도인 페이스팅 온도는 62.1~63.7°C였으며 30시간 발아한 시료(GBR-30-30)가 다른 시료에 비해 다소 높은 온도를 나타냈으나 발아에 의해 큰 변화를 나타내지는 않았다. Oh 등(17)의 연구에서 품종별 현미와 발아현미의 호화온도 범위를 67.97~68.03°C로 보고하여 본 연구 결과가 다소 낮은 결과를 보였다. 최고점도는 현미에 비해 발아현미에서 크게 감소하였고 발아시간이 증가함에 따라 더욱 감소하여 30시간 발아한 시료(GBR-30-30)가 17 cP로 가장 낮은 값을 나타내었다(Table 1). Breakdown은 현미에 비해 발아현미에서 낮은 수치를 나타내었으며 현미가 130 cP로 가장 높았고, GBR-30-30이 8 cP로 가장 낮았다. 최종점도는 냉각 시 전분 분

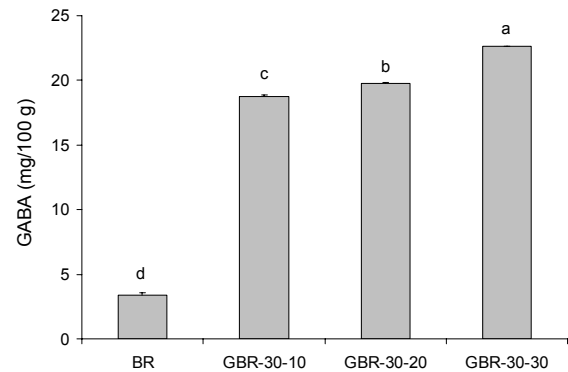


Fig. 1. The γ -amino butyric acid (GABA) content of brown rice and germinated brown rice flours. BR, brown rice; GBR-30-10, BR germinated at 30°C for 10 h; GBR-30-20, BR germinated at 30°C for 20 h; GBR-30-30, BR germinated at 30°C for 30 h. Values followed by the different letters (a-d) above the bars are significantly different ($P < 0.05$).

자들의 재결합으로 점도가 증가(17)하는 단계로 발아현미에서 현미보다 유의적으로 낮은 값을 나타내었으며, 발아시간이 길어질수록 최종점도는 낮게 나타났다. Setback은 전분의 노화와 관계있는 인자로서 값이 높을수록 노화가 빨리 일어난다고 알려져 있다. 발아현미는 현미에 비해 setback 값이 낮으므로 현미보다 발아현미를 이용하여 식품을 만들 때 제품의 노화 속도가 지연될 것으로 생각된다.

발아찰현미가루의 GABA 함량

현미와 발아현미의 기능성 성분인 GABA 함량을 측정할 결과는 Fig. 1과 같다. GABA는 인체 내에서 뇌와 척수에 존재하는 비단백계 아미노산 신경전달물질이며 발아하는 동안 가장 크게 증가하는 성분 중 하나로 알려져 있다(17). 발아 전 현미의 GABA 함량이 3.4 mg/100 g이었으나 10시간 발아 후 18.7 mg/100 g으로 증가하였다. 발아시간이 증가할수록 GABA 함량도 증가하여 30시간 후에는 현미에 비해 7배의 GABA 함량이 증가하였다. Kum 등(18)의 연구에서 현미에서는 GABA의 전구물질인 glutamic acid 함량이 높고 GABA 함량이 낮았으며, 발아현미에서는 glutamic acid 함량은 낮고 GABA 함량이 높았다는 결과와 일치하였다.

발아찰현미떡의 색도

백미, 현미, 발아현미 찰쌀떡의 색도는 Table 2와 같다.

Table 1. Pasting properties of brown rice and germinated brown rice flours

Rice flour	Pasting temperature (°C)	Peak viscosity (cP)	Breakdown (cP)	Setback (cP)	Final viscosity (cP)
BR	62.1±0.3 ^b	253±6 ^a	130±2 ^a	52±1 ^a	175±5 ^a
GBR-30-10	62.7±0.4 ^b	51±2 ^b	17±1 ^b	15±1 ^b	49±2 ^b
GBR-30-20	62.5±0.2 ^b	26±0 ^c	10±1 ^c	10±1 ^c	26±0 ^c
GBR-30-30	63.7±0.3 ^a	17±0 ^d	8±1 ^c	6±1 ^d	15±0 ^d

BR, brown rice; GBR-30-10, BR germinated at 30°C for 10 h; GBR-30-20, BR germinated at 30°C for 20 h; GBR-30-30, BR germinated at 30°C for 30 h.

Values followed by the different letters (a-d) in the same column are significantly different ($P < 0.05$).

Table 2. Color values of waxy rice cakes with white rice, brown rice, and germinated brown rice

Rice cake	L	a	b
WR	77.17±0.47 ^a	-1.76±0.08 ^d	11.47±0.38 ^c
BR	65.55±0.32 ^b	3.29±0.22 ^c	25.40±0.30 ^b
GBR-30-10	61.19±0.31 ^d	3.87±0.13 ^b	25.45±0.39 ^b
GBR-30-20	61.69±0.66 ^c	4.55±0.07 ^a	26.12±0.22 ^a
GBR-30-30	60.78±0.71 ^d	4.51±0.11 ^a	26.28±0.40 ^a

WR, white rice; BR, brown rice; GBR-30-10, BR germinated at 30°C for 10 h; GBR-30-20, BR germinated at 30°C for 20 h; GBR-30-30, BR germinated at 30°C for 30 h.

Values followed by the different letters (a-d) in the same column are significantly different ($P<0.05$).

색의 밝기를 나타내는 명도(L) 값은 찰쌀떡의 경우 77.17이었으나 찰현미떡은 65.55로 감소하였고 발아찰현미떡(GBR)은 발아시간이 증가함에 따라 낮아져 GBR-30-30이 60.78을 나타내었다. 대조구인 찰쌀떡의 적색도(a)와 황색도(b) 값은 각각 -1.76, 11.47이었으며, 찰현미떡에서는 GBR-30-10이 GBR-30-20이나 GBR-30-30에 비해 낮은 적색도와 황색도를 나타냈다. 이러한 결과는 Seo 등(11)과 Shin 등(14)의 연구에서 발아현미의 첨가량이 증가할수록 명도가 낮아지며, 적색도와 황색도는 증가하는 결과를 나타내었다는 보고와 유사하였다. 이러한 결과는 쌀겨층에 존재하는 색소성분에 기인한 것으로 생각된다.

찰쌀떡의 조직감

백미, 현미, 발아현미 찰쌀떡의 조직감 측정 결과는 Table 3과 같다. 찰쌀떡의 경도는 찰쌀떡에서 254 g였으나 찰현미떡에서는 크게 증가하여 767 g를 나타냈다. 이는 쌀겨층에 존재하는 식이섬유, 단백질, 지질 등에 기인한 것으로 생각된다. 발아찰현미떡은 발아시간이 증가할수록 경도가 크게 감소하는 결과를 나타냈으며 GBR-30-30은 찰쌀떡과 유사한 결과 값을 보였다. 이는 발아 시 활성화된 효소에 의해 전분이 가수분해 되어 전분의 노화를 지연시키기에 경도가 낮아진 것으로 생각된다. 부착성은 경도 변화와 유사한 결과를 보여 찰현미떡이 찰쌀떡에 비해 크게 증가하였으며 발아찰현미떡에서는 발아시간이 증가함에 따라 부착성은 감소하는 결과를 보였다. 이 결과는 현미와 발아현미증편(11)의 경우 발아현미증편의 부착성이 가장 높다는 연구와는 다른

Table 4. Digestibility parameters of waxy rice cakes with white rice, brown rice, and germinated brown rice.

Rice cake	RDS (%)	SDS (%)	RS (%)
WR	73.0±1.9 ^{ab}	10.6±2.3 ^a	16.4±5.1 ^b
BR	71.5±3.9 ^b	7.6±3.9 ^a	20.9±5.3 ^a
GBR-30-10	74.8±1.1 ^{ab}	8.0±3.0 ^a	17.2±4.4 ^b
GBR-30-20	75.5±3.3 ^a	9.0±3.6 ^a	15.5±3.9 ^{bc}
GBR-30-30	79.6±3.3 ^a	9.8±1.9 ^a	10.6±0.2 ^c

WR, white rice; BR, brown rice; GBR-30-10, BR germinated at 30°C for 10 h; GBR-30-20, BR germinated at 30°C for 20 h; GBR-30-30, BR germinated at 30°C for 30 h.

Values followed by the different letters (a-c) in the same column are significantly different ($P<0.05$).

경향을 보였는데 본 연구에서 찰쌀을 사용하였으며 떡의 종류도 다르기 때문에 생각된다. 탄성은 찰쌀떡에 비해 찰현미떡이 다소 낮은 결과를 보였으며 발아시간에 의한 시료 간의 차이를 나타내지는 않았다. 응집성은 찰쌀떡에 비해 찰현미떡과 발아찰현미떡이 낮은 값을 나타냈는데 이는 찰현미떡과 발아찰현미떡보다 찰쌀떡이 전분의 함량이 높으므로 치밀한 내부조직을 이룰 수 있기에 높은 결과를 보인 것으로 생각된다(19). 검성과 씹힘성은 경도와 유사하게 찰현미떡이 가장 높았으며 발아시간이 증가할수록 감소하는 경향을 보였다. 이는 앞에서 설명한 바와 같이 전분의 노화 지연에 의한 결과로 생각된다.

찰쌀떡의 in vitro 소화율

백미, 현미, 발아현미 찰쌀떡의 RDS, SDS, RS 함량의 결과는 Table 4와 같다. 백미, 현미, 발아현미 찰쌀떡은 가공과정 중 전분의 호화가 진행되었기에 RDS 함량이 전체적으로 70%가 넘었다. 찰쌀떡에 비해 찰현미떡의 RDS, SDS 함량은 감소하고 RS 함량은 다소 증가하는 결과를 보였다. 이는 찰현미떡이 찰쌀떡에 비해 쌀겨층을 가지고 있기에 이 부분에 존재하는 난소화성 탄수화물에 기인한 결과로 생각한다. 발아현미로 제조한 찰쌀떡은 현미로 만든 찰쌀떡에 비해 소화율이 증가하였고 발아시간이 증가함에 따라 더욱 증가하여 GBR-30-30은 현미에 비해 RDS가 8.1%가 증가하였고, RS 함량은 10.3%가 감소하는 경향을 보여 소화율이 크게 증가함을 알 수 있다. 즉 발아시간이 증가함에 따라 RDS 함량은 증가하고 RS 함량은 감소하는 경향을 보였다.

Table 3. Texture parameters of waxy rice cakes with white rice, brown rice, and germinated brown rice

Rice cake	Hardness (g)	Adhesiveness (g·s)	Springiness	Cohesiveness	Gumminess (g)	Chewiness (g)
WR	254±33 ^d	-185±18 ^b	0.98±0.01 ^a	0.91±0.03 ^a	230±25 ^d	226±26 ^d
BR	767±40 ^a	-422±37 ^c	0.96±0.01 ^b	0.87±0.02 ^{bc}	666±31 ^a	638±34 ^a
GBR-30-10	614±136 ^b	-302±39 ^d	0.98±0.00 ^a	0.85±0.02 ^c	521±104 ^b	510±102 ^b
GBR-30-20	387±52 ^c	-244±45 ^c	0.98±0.00 ^a	0.89±0.01 ^{ab}	343±45 ^c	337±44 ^c
GBR-30-30	290±33 ^d	-135±13 ^a	0.98±0.00 ^a	0.85±0.02 ^c	247±24 ^d	243±25 ^d

WR, white rice; BR, brown rice; GBR-30-10, BR germinated at 30°C for 10 h; GBR-30-20, BR germinated at 30°C for 20 h; GBR-30-30, BR germinated at 30°C for 30 h.

Values followed by the different letters (a-e) in the same column are significantly different ($P<0.05$).

Table 5. Scores for sensory evaluation of waxy rice cakes with white rice, brown rice, and germinated brown rice

Rice cake	Color	Flavor	Stickiness	Overall acceptability
WR	3.2±0.4 ^c	3.1±0.6 ^d	5.1±0.6 ^a	3.4±0.8 ^c
BR	6.1±0.8 ^a	3.8±0.7 ^{cd}	4.9±0.6 ^a	5.6±0.5 ^a
GBR-30-10	4.9±0.8 ^b	4.2±0.6 ^{bc}	4.8±0.7 ^a	5.1±0.6 ^{ab}
GBR-30-20	5.4±0.8 ^{ab}	4.8±0.7 ^b	4.6±0.5 ^a	4.8±0.8 ^b
GBR-30-30	5.8±0.7 ^{ab}	5.5±0.5 ^a	3.6±0.9 ^b	2.8±0.5 ^c

WR, white rice; BR, brown rice; GBR-30-10, BR germinated at 30°C for 10 h; GBR-30-20, BR germinated at 30°C for 20 h; GBR-30-30, BR germinated at 30°C for 30 h.

Values followed by the different letters (a-c) in the same column are significantly different ($P<0.05$).

이는 발아에 의한 효소 작용으로 전분이나 전분-단백질 복합체의 분자구조 변화로 소화효소의 접근이 용이하기 때문으로 생각된다. 이 결과는 Chung 등(3)의 연구에서 현미와 발아현미의 RS 함량이 각각 11.9%, 3.2%로 발아가 진행되면서 감소했고 RDS 함량은 증가한 결과와 일치하였으며, Ghavidel과 Prakash(20) 및 Xu 등(21)의 연구에서 발아에 의해 소화율이 증가한 결과와도 일치하였다.

참쌀떡의 관능검사

백미, 현미, 발아현미 참쌀떡의 관능검사의 결과는 Table 5와 같다. 색과 향은 참쌀떡에 비해 찰현미떡과 발아찰현미떡이 높게 평가되었으며, 발아시간이 증가함에 따라 더욱 증가하여 GBR-30-30이 색은 5.8, 향은 5.5로 가장 높게 나타났다. 이는 Kim 등(5)의 연구에서 발아현미 혼합 비율이 증가할수록 이취(off flavor)가 증가한다고 보고된 것과 유사하며, 발아현미에 존재하는 발아취가 가공 중에 다소 증가하였기 때문으로 생각된다. 부착성은 참쌀떡 품질 평가의 중요한 기호적 특성 중 하나로 모든 시료에서 유의적인 차이가 없었지만, GBR-30-30은 3.6으로 낮은 결과를 나타냈다. 이는 기계적 물성 결과(adhesiveness)와 유사한 것으로 장시간 발아 과정 중 생성된 효소에 의한 분해 작용이 진행되어 참쌀떡에 존재하는 아밀로펙틴의 분자량 감소에 의한 점성의 감소로 생각된다. 전체적인 기호도는 찰현미떡이 가장 높았고 그다음으로 발아현미떡인 GBR-30-10과 GBR-30-20이 높게 평가되었다. GBR-30-30은 발아 씹에 의한 쓴맛을 감지하는 패널이 많았고, 참쌀떡의 중요 선호 특성인 부착성이 크게 감소했기 때문에 전체적인 기호도에서 낮은 점수를 받은 것으로 생각된다. GBR-30-10은 참쌀떡보다는 높고 찰현미떡과는 비슷한 기호도를 보여 산업적으로 활용할 수 있는 조건으로 생각된다.

요약

백미와 현미, 발아현미 참쌀떡에 대한 소화율과 품질 특성을 살펴보았다. 또한, 소비자들에게 선호도가 높은 제품의 발아 조건을 찾고자 백미와 현미, 발아현미참쌀떡을 제조하여 색도, 기계적 품질 특성, *in vitro* 소화율 그리고 관능적 특성을 살펴보았다. 떡의 밝기를 나타내는 명도(L)는 현미보다 발

아현미가 낮았으며 발아시간이 길어질수록 감소하였다. 반면 적색도(a)와 황색도(b)는 발아가 진행될수록 증가하여 전체적으로 색이 진해지는 것을 알 수 있다. 현미와 발아현미의 조직감 특성에서 경도, 부착성, 검성, 씹힘성은 현미가 가장 높았고 발아시간이 증가할수록 감소하는 경향을 보였으며 이로써 노화 지연에 도움을 줄 것으로 생각한다. 탄성은 시료 간의 큰 차이를 보이지 않았으며, 응집성은 현미와 발아현미가 백미보다 낮은 값을 보였다. 현미, 발아현미 참쌀떡의 *in vitro* 소화율 결과 발아시간이 증가할수록 빠르게 소화되는 전분인 RDS 함량은 증가하고 소화되지 않는 전분인 RS 함량은 감소하는 특성을 나타내어 소화율이 크게 증가함을 알 수 있었다. 관능검사에서는 현미가 색, 부착성, 전체적인 기호도에서 높게 평가되었고, 발아시간이 증가할수록 색, 향에서 높은 점수를 받았지만, 부착성과 전체적인 기호도에서는 낮게 평가되었다. 이상의 결과로 참쌀떡보다는 높고 찰현미떡과 비슷한 관능적 평가를 받은 10시간 발아한 현미로 만든 발아찰현미떡이 소화조절용 쌀가공식품으로 개발하기에 가장 적당할 것으로 생각된다.

감사의 글

이 연구는 농촌진흥청 쌀관세화대응기술개발(PJ01167604 2016) 사업 지원에 의하여 수행된 연구 결과 일부이며 연구비 지원에 감사드립니다.

REFERENCES

- Kim SL, Son YK, Son JR, Hur HS. 2001. Effect of germination condition and drying methods on physicochemical properties of sprouted brown rice. *Korean J Crop Sci* 46: 221-228.
- Chung HJ, Cho A, Lim ST. 2012. Effect of heat-moisture treatment for utilization of germinated brown rice in wheat noodle. *LWT - Korean Sci Technol* 47: 342-347.
- Chung HJ, Cho DW, Park JD, Kweon DK, Lim ST. 2012. *In vitro* starch digestibility and pasting properties of germinated brown rice after hydrothermal treatments. *J Cereal Sci* 56: 451-456.
- Komatsuzaki N, Tsukahara K, Toyoshima H, Suzuki T, Shimizu N, Kimura T. 2007. Effect of soaking and gaseous treatment on GABA content in germinated brown rice. *J Food Eng* 78: 556-560.

5. Kim J, Shin M, Ro H. 2013. Quality properties of *Sulgi* with different mixed ratio of brown rice flour and germinated brown rice flour. *Korean J Food Cook Sci* 29: 591-598.
6. Park YM, Kim MH, Yoon HH. 2012. Quality characteristics of *Sulgidduck* added with purple sweet potato. *Korean J Culinary Res* 18: 54-64.
7. Lee JM, Park YJ, Lee MS. 2001. Sensory and physicochemical attributes of glutinous rice dduk added Cham-chwi. *J Korean Diet Culture* 16: 180-186.
8. Park MW, Kim MH, Jang MS. 1992. Sensory and textural characteristics of *Julpyun* (Korean traditioned rice cake) as influenced by soaking time of rice. *Korean J Soc Food Sci* 8: 315-321.
9. Chung HJ, Lim ST. 2014. Relationship between starch digestibility and its structure. *Food Sci Ind* 47: 21-32.
10. Chung HJ, Liu Q, Hoover R. 2009. Impact of annealing and heat-moisture treatment on rapidly digestible, slowly digestible and resistant starch levels in native and gelatinized corn, pea and lentil starches. *Carbohydr Polym* 75: 436-447.
11. Seo BH, Sung KH, Chung CH. 2011. A study on quality characteristics of *Jeung-pyun* containing with brown rice and germinated brown rice. *J East Asian Soc Diet Life* 21: 698-705.
12. Lee JY, Lee WJ. 2011. Quality characteristics of germinated brown rice flour added noodles. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40: 981-985.
13. Lee YS, Kim AJ, Rho JO. 2008. Quality characteristics of *Sprouted Brown Rice Dasik* with *Yujacheong* added. *Korean J Food Cook Sci* 24: 494-500.
14. Shin DS, Park HY, Han GJ, Kim MH. 2010. Quality characteristics of *Garaetteok* with different ratios of non-glutinous germinated brown rice flour. *Korean J Food Cook Sci* 26: 853-859.
15. Lee KJ, Choi BS. 2015. Quality characteristics of *Heunmi* (brown waxy rice)-*ssuck* (mugwort)-*injeolmi*. *J East Asian Soc Diet Life* 25: 316-325.
16. Englyst HN, Kingman SM, Cummings JH. 1992. Classification and measurement of nutritionally important starch fractions. *Eur J Clin Nutr* 46: S33-S50.
17. Oh SK, Lee JH, Yoon MR, Kim DJ, Lee DH, Choi IS, Lee JS, Kim IH, Lee JS. 2012. Physicochemical properties of germinated brown rice. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 41: 963-969.
18. Kum JS, Choi BK, Lee HY, Park JD. 2004. Physicochemical properties of germinated brown rice. *Korean J Food Preserv* 11: 182-188.
19. Yoon GS. 2001. Effect of partial replacement of rice flour with black or brown rice flour on textural properties and retrogradation of *Julpyun*. *J Korean Home Econ Edu Assoc* 39: 103-111.
20. Ghavidel RA, Prakash J. 2007. The impact of germination and dehulling on nutrients, antinutrients, *in vitro* iron and calcium bioavailability and *in vitro* starch and protein digestibility of some legume seeds. *LWT - Food Sci Technol* 40: 1292-1299.
21. Xu J, Zhang H, Guo X, Qian H. 2012. The impact of germination on the characteristics of brown rice flour and starch. *J Sci Food Agric* 92: 380-387.