백미와 유색미로 만든 설기떡의 품질 특성 비교

유태용¹ · 서정현¹ · 홍채영¹ · 신태환¹ · 조연재¹ · 곽지은² · 이준수¹ · 정현상¹

¹충북대학교 식품생명공학과

²국립식량과학원

Comparison of Quality Characteristics on *Sulgidduk* Made from White and Pigmented Rice

Tae Yong You¹, Jeong Hyun Seo¹, Chae Young Hong¹, Tae Whan Shin¹,
Yeon Jae Jo¹, Ji Eun Kwak², Junsoo Lee¹, and Heon Sang Jeong¹

¹Department of Food Science and Biotechnology, Chungbuk National University

²National Institute of Crop Science, Rural Development Administration

ABSTRACT This study compared the quality characteristics of *Sulgidduk* made with white rice of Samkwang and pigmented rice of Heugjinmi, Joeungeugmi, and Heugjinju cultivar. The L, a, and b values of white rice *Sulgidduk* were 83.04, -0.75, and 6.95, respectively, and those of the pigmented rice *Sulgidduk* ranged from 17.92 to 20.98, 5.95 to 6.96, and 3.01 to 3.62. There was no significant difference among the pigmented rice varieties. Hardness showed the highest value of 923.83 g in white rice *Sulgidduk*, and that of the pigmented rice *Sulgidduk* ranged from 365.30 to 560.63 g. The chewiness of Samkwang had the highest value of 404.37, and that of Heugjinju was the lowest at 139.12. As the storage time increased, the hardness, chewiness, and gumminess increased, and the adhesiveness, springiness, and cohesiveness decreased. The anthocyanin content showed the highest value of 86.24 mg/100 g in the Heugjinju cultivar. From the above results, it is observed that the pigmented rice contains anthocyanin and retrogrades more slowly than the white rice, suggesting that it will be possible to manufacture a superior quality *Sulgidduk* with pigmented rice powder.

Key words: *Sulgidduk*, pigmented rice, white rice, quality characteristic, anthocyanin

서 론

최근 건강 기능성에 대한 국민의 관심이 높아지고 건강한 식품에 대한 선호도가 증대되면서 현미를 비롯하여 유색미와 같은 특수미의 섭취가 증가하고 있다(Park 등, 2016a). 유색미는 차진 맛과 독특한 향미를 가지고 있고 현미 상태로 도정하여 사용하기 때문에 백미보다 식이섬유, 비타민, 무기질 등의 영양소 함량이 우수한 것으로 알려져 있다(Yang 등, 2015). 유색미는 품종에 따라 과피의 색이 적갈색, 흑자색, 녹색 등에 이르는 천연색소인 안토시아닌계 색소를 함유하고 있어(Park 등, 2016a) 항산화 기능, DNA 손상 및 발암억제 기능 등 건강 기능성이 높아 식품학적으로 이용 가치가 높은 것으로 보고되었다(Shin과 Lee, 2004).

유색미에 관한 연구로는 유색미 품종별 전분 구조 및 이화학적 특성(Park 등, 2016b), 유색미의 품종별 호화 특성(Ha 등, 1999b), 유색미 품종별 항산화 성분 및 활성 비교(Park 등, 2016a) 및 유색미 안토시아닌의 안정성 연구(Yoon 등, 1997) 등이 보고되었고, 식혜(Kim 등, 1999; Yang 등, 2015), 떡류(Cho, 2001) 제면(Lee와 Jung, 2002), 유과(Lee 등, 2002), 제빵(Kang과 Nam, 1999) 및 차류(Kwak 등, 2010) 등 유색미를 식품에 이용한 연구들이 있다.

떡은 우리나라 고유의 전통 음식으로 만드는 방법에 따라 찰떡, 찌는 떡, 지지는 떡, 삶은 떡, 빻는 떡으로 나뉘며, 그중 설기떡은 멥쌀가루에 물을 내려 한 덩어리가 되게 찌는 떡이다(Doo와 Shim, 2010). 백설기는 습식 분쇄한 멥쌀가루를 찌서 만든 떡으로 호화된 멥쌀 전분의 물성과 단맛이

Received 3 March 2021; Revised 9 April 2021; Accepted 16 April 2021

Corresponding author: Heon Sang Jeong, Department of Food Science and Biotechnology, Chungbuk National University, 1, Chungdae-ro, Seowon-gu, Cheongju-si, Chungbuk 28644, Korea, E-mail: hsjeong@chungbuk.ac.kr

Author information: Tae Yong You (Graduate student), Jeong Hyun Seo (Graduate student), Chae Young Hong (Graduate student), Tae Whan Shin (Graduate student), Yeon Jae Jo (Graduate student), Junsoo Lee (Professor), Heon Sang Jeong (Professor)

Copyright © 2021 by The Korean Society of Food Science and Nutrition. All rights Reserved.

This is Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

어우러져 독특한 맛을 갖는 전통 떡류의 하나이지만, 주재료가 뭉쌀이기 때문에 노화가 일어나기 쉽고 제조 직후의 식감을 유지하기 위한 노화 지연 방법이 필요하다. 이를 억제하기 위한 방법으로 올리고당이나 식이섬유 등을 첨가하는 방법이 사용되고 있다(Jun 등, 2013). 유색미는 백미보다 식이섬유 함량이 많기 때문에 유색미의 식이섬유가 노화를 지연시켰다는 연구(Park 등, 2002; Doo와 Shim, 2010)는 많이 보고되었지만, 현미인 유색미는 백미보다 호화가 힘들고 겔이 냉각될 때 점도 변화가 적어 가공 시 네트워크 형성이 잘 안 된다. 따라서 단독으로 이용하기보다는 백미 등의 다른 쌀과 혼합하여 이용하는 것이 좋다고 보고되어 유색미만을 이용하여 설기떡을 제조한 연구는 미흡하다(Shin 등, 2016).

따라서 본 연구에서는 안토시아닌 함량이 높은 유색미와 백미를 이용한 설기떡의 품질을 비교하여 제조 방법을 확립하고, 품질의 우수성을 확인하기 위하여 몇 가지 유색미 품종과 백미 품종으로 설기떡을 제조하여 이화학적 및 품질 특성을 살펴보았다.

재료 및 방법

실험재료

본 실험에서 사용한 쌀은 메성이었으며, 백미는 2019년에 생산된 삼광(Gyeongju, Korea) 품종이었고 유색미는 2019년에 생산된 흑진미(Miryang, Korea), 조은흑미(Cheorwon, Korea) 및 흑진주(Cheorwon, Korea) 품종을 농촌진흥청 국립식량과학원에서 제공받아 시료로 사용하였다. 설당은 정백당(Beksul Co., Ltd., Seoul, Korea)을 사용하였고, 소금은 정제염(Hanju Co., Ltd., Ulsan, Korea)을 사용하였다.

쌀가루 제조

설기떡 제조를 위하여 쌀가루는 습식 분쇄 방법으로 제조하였다. 즉, 백미는 5회 수세하여 4°C에서 24시간 냉장 수침한 다음 roll mill(DK104, Sejungtech Co., Ltd., Deagu, Korea)로 4회 분쇄한 후 20 mesh 체를 통과시켰으며, 유색미는 색소성분이 물에 용출되는 것을 최소화하기 위하여 5회 수세한 후 일정량의 물을 넣고 4°C에서 24시간 냉장 수침하였고 수침 후 최종 수분함량이 37%가 되도록 물을 첨가하면서 roll mill(DK104, Sejungtech Co., Ltd.)로 4회 분쇄한 다음 20 mesh 체를 통과시킨 가루를 설기떡 제조에 사용하였다.

설기떡 제조

설기떡의 적절한 제조 배합비를 얻기 위해 Yoo와 Lee(1984)의 백설기 표준조리 방법을 기초로 하여 예비실험을 한 후 배합비를 결정하였으며, 설기떡의 배합비는 건물량 기준 쌀가루에 소금 1%, 설당 15% 및 물 70%를 첨가하여

Fig. 1. Preparation procedure for *Sulgidduk*.

최종 수분함량이 37%인 혼합쌀가루를 제조하였다. 혼합쌀가루 70 g을 설기떡 틀에 넣고 스팀기(GA steam machine, Yuryeon Co., Ltd., Paju, Korea)로 25분간 가열하고 10분간 뜸을 들여 제조하였으며, 제조된 설기떡은 실온에서 1시간 방치한 후 시료로 사용하였다. 설기떡의 제조 방법은 Fig. 1과 같다.

수분흡수지수 및 수분용해지수

원료 쌀가루의 수분흡수지수(water absorption index: WAI) 및 수분용해지수(water solubility index: WSI)는 Anderson(1982)의 방법을 변형하여 측정하였다. 각각의 시료 2.5 g과 증류수 30 mL를 50 mL 원심분리 튜브에 넣고 분산시킨 후 30분간 진탕교반한 다음 원심분리기(MF-300, Hanil Science Inc., Gimpo, Korea)로 3,000 rpm에서 10분간 원심분리하고 상등액 전부를 미리 항량을 구한 수분정량 수기에 담아 105°C에서 하룻밤 건조하여 남은 고형분량을 측정하여 2.5 g 시료에 대한 백분율로 수분용해지수를 산출하였다. 수분흡수지수는 원심분리하여 침전된 침전물의 무게를 측정하여 건조 시료 1 g에 함유된 수분함량 g으로 계산하였다.

WAI (g/g) = Weight of sediment / Weight of sample

WSI (%) = (Weight of supernatant / Weight of sample) × 100

호화 특성

원료 쌀가루의 호화 특성은 Park 등(2016b)의 방법에 따라 신속점도측정기(RVA-Tecmaster, Perten Instruments,

Waltham, MA, USA)를 이용하여 측정하였다. 쌀가루 3 g에 증류수 25 g을 가하여 분산시키고 처음 1분 동안 50°C까지 가열 후 12°C/min 속도로 가열하여 95°C까지 상승시키고 95°C에서 2분 30초 동안 유지하였다. 또한 50°C까지 12°C/min의 속도로 냉각, 2분 동안은 50°C를 유지하면서 점도를 측정하였다. RVA viscogram으로부터 최고(peak), 최저(trough), 강하(break down), 최종(final), 치반(setback) 점도, 호화시간(peak time) 및 호화온도(pasting temp)를 산출하였으며, 점도 단위는 rapid viscosity unit(RVU)으로 표시하였다.

색도

원료 쌀가루 및 설기떡의 색도는 색차계(CM-3500d, Konica Minolta, Osaka, Japan)를 사용하여 L(lightness), a(redness), b(yellowness)값을 3회 반복하여 측정하였으며, 표준색판의 L값은 96.28, a값은 -5.06, b값은 +7.14였다.

조직감 측정

설기떡의 조직감은 Park(2014)의 방법을 변형하여 texture analyser(TA-XT2 express, Stable Micro System Ltd., Haslemere, Surrey, England)를 이용하여 측정하였으며, 측정조건은 pre-test speed 3.0 mm/s, test speed 3.0 mm/s, post-test speed 3.0 mm/s, distance 7.0 mm, trigger force 5.0 g으로 하였고, 시료를 일정 크기(10×10×10 mm)로 자른 다음 기계적 조직감을 측정하였다. 측정 항목은 경도(hardness), 부착성(adhesiveness), 탄성(springiness), 씹힘성(chewiness), 점착성(gumminess) 및 응집성(cohesiveness)이었다.

노화도

설기떡의 노화도는 Ahn(2020)의 방법을 변형하여 설기떡을 제조한 후 실온에서 1시간 방치한 뒤 측정시간을 0시간으로 하여 2시간 동안 실온에 방치하면서 1시간 간격으로 설기떡의 조직감 변화를 texture analyser(TA-XT2 express, Stable Micro System Ltd.)를 이용하여 측정하였다. 측정조건은 조직감 측정조건과 동일하게 측정하였으며, 시료 저장 경과에 따른 경도 변화를 설기떡의 노화도 지표로 사용하였다.

설기떡 제조단계별 안토시아닌 함량

설기떡 제조단계별 안토시아닌 함량은 Ji 등(2015)의 방법을 변형하여 HPLC(YL9120 system, Younglin, Anyang, Korea)로 분석하였다. 안토시아닌 분석에 사용한 표준시약으로 cyanidin-3-O-glucoside, peonidin-3-O-glucoside 및 cyanidin(Sigma, St. Louis, MO, USA)을 이용하였다. 안토시아닌 추출은 시료 1 g을 0.3% HCl 함유 80% 메탄올 수용액 20 mL로 1시간 동안 초음파로 3회 반복하여 추출하였다. 추출된 시료는 0.45 µm syringe filter(Millipore, Billerica, MA, USA)로 여과하여 분석하였다. 이동상은 5% formic acid가 포함된 acetonitrile(A)과 5% formic acid가 포함된 water(B)를 사용하였고, gradient 조건은 A : B를 초기 10:90(% v/v)에서 24분에 40:60, 25분에 100:0, 28분에 100:0, 29분에 10:90, 40분에 10:90으로 설정하였으며, 유속은 0.7 mL/min으로 하였고 주입량은 20 µL로 설정하였다. 검출기는 UV 520 nm에서 column은 C-18 column(Mightysil RP-18 GP column, 4.6×250 mm, Kanto Chemical, Tokyo, Japan)을 사용하여 측정하였다.

통계분석

통계분석은 SPSS 통계프로그램(Statistical Package for the Social Science, ver. 12.0, IBM SPSS Statistics, Chicago, IL, USA)을 이용하여 평균과 표준편차를 구하고 일원배치 분산분석(one way ANOVA test) 후 Duncan's multiple range test를 실시하여 신뢰구간 $P < 0.05$ 에서 각 군 간의 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

원료 쌀가루의 수분흡수지수, 수분용해지수 및 색도

원료 쌀가루의 수분흡수지수 및 수분용해지수 측정 결과는 Table 1과 같다. 원료의 수분흡수지수는 백미 삼광이 3.52였고 유색미는 2.34~2.86 범위로 백미와 유색미 사이에 유의적인 차이가 있었지만 조은흑미와 흑진주는 차이가 없었다. 수분용해지수는 흑진미가 8.39%로 가장 높았고 삼광이 3.96%로 가장 낮았으며, 시료 간에 유의적인 차이가 관찰되었다. 수분흡수지수는 전분입자의 수분흡수능력을 나타내는 지표로써 손상전분, 입자크기, 아밀로오스 및 아밀로펙틴, 단백질 함량 등 물리화학적 특성과 관련이 있는데

Table 1. Water absorption index (WAI), water solubility index (WSI), and color value of rice flour

Cultivar	WAI (g/g)	WSI (%)	Hunter's color		
			L	a	b
Samkwang	3.52±0.15 ^{a1)2)}	3.96±0.19 ^d	66.14±0.64 ^a	-1.07±0.08 ^d	9.16±0.29 ^a
Heugjinmi	2.86±0.02 ^b	8.39±0.11 ^a	19.92±0.34 ^b	3.55±0.36 ^a	4.39±0.43 ^b
Joeunheugmi	2.37±0.03 ^c	7.72±0.37 ^b	18.40±1.20 ^{bc}	1.42±0.26 ^b	3.18±0.73 ^c
Heugjinju	2.34±0.00 ^c	6.70±0.42 ^c	16.95±0.86 ^c	0.87±0.22 ^c	2.87±0.21 ^c

¹⁾Values are mean±SD (n=3).

²⁾Different small letters (a-d) in the same column indicate a significant difference by Duncan's range test ($P < 0.05$).

Table 2. Pasting properties of rice cultivar measured by rapid visco analyzer

Cultivar	Viscosity (RVU)					Peak time (min)	Pasting temp (°C)
	Peak viscosity	Trough	Breakdown	Final viscosity	Setback		
Samkwang	228.92±0.59 ^{a1)2)}	106.21±0.18 ^a	122.71±0.41 ^a	213.38±1.00 ^a	-15.54±0.41 ^d	5.90±0.04 ^a	71.05±0.49 ^c
Heuginmi	89.30±0.53 ^d	35.54±0.41 ^c	53.75±0.11 ^b	80.84±0.23 ^d	-8.46±0.30 ^c	5.27±0.00 ^d	72.73±0.67 ^b
Joeunheugmi	104.42±1.18 ^b	49.17±0.00 ^b	55.25±1.17 ^b	100.13±0.06 ^c	-4.29±1.12 ^b	5.53±0.00 ^c	74.00±0.00 ^a
Heuginju	96.96±0.53 ^c	50.88±1.48 ^b	46.09±0.94 ^c	103.00±1.65 ^b	6.04±1.12 ^a	5.70±0.04 ^b	72.28±0.04 ^b

¹⁾Values are mean±SD (n=2).

²⁾Different small letters (a-d) in the same column indicate a significant difference by Duncan's range test ($P<0.05$).

(Choi 등, 2012; Lee 등, 2001), 본 실험 결과 수분흡수지수는 백미가 높고 수분용해지수는 유색미가 높게 나타난 것은 Lee 등(2001)의 연구에서와 같이 유색미가 현미 상태이므로 현미의 호분층에 존재하는 성분들이 영향을 주었기 때문이라 판단된다.

원료의 색도 측정 결과(Table 1) 명도(L)는 백미인 삼광이 66.14로 가장 높았으며 유색미 품종은 16.95~19.92 범위로 낮았다. 적색도(a)는 흑진미에서 3.55로 가장 높았고 삼광에서 -1.07로 가장 낮았다. 황색도(b)는 삼광이 9.16으로 가장 높았고, 그다음으로 흑진미 4.39, 조은흑미 3.18, 흑진주 2.87의 순으로 시료 간에 유의한 차이가 있었다. Ha 등(1999a)의 연구 결과에 따르면 L값과 b값은 흑미< 적미< 일반미 순으로 높고, a값은 일반미< 흑미< 적미 순으로 높다고 보고되어 있어 본 연구 결과와 일치하였다. 유색미 중에서 흑진미는 흑미와 적미의 유전자가 동시에 발현된 품종이고, 조은흑미와 흑진주는 흑자색미 품종이므로 흑진미 품종이 조은흑미와 흑진주 품종보다 L, a, b값이 높게 측정되었다고 판단된다.

원료 쌀가루의 호화 특성

백미와 유색미 쌀가루에 대한 신속점도측정기(RVA)를 이용한 호화 특성 측정 결과는 Table 2와 같다. 쌀가루의 호화개시온도는 조은흑미가 74.00°C로 가장 높았고, 그다음으로는 흑진미 72.73°C, 흑진주 72.28°C, 삼광 71.05°C 순이었다. Kim 등(2004)의 연구 결과에 따르면 도정도가 증가할수록 쌀가루의 호화개시온도가 낮아진다고 하였는데 본 연구 결과와 유사한 경향을 나타내었다. 최고점도는 삼광이 228.92 RVU로 가장 높았고 유색미는 89.30~104.42 RVU 범위로 품종 간에 유의한 차이가 있었다. 유색미가 백미보다 최고점도가 낮게 나타난 것은 유색미는 현미를 시료로 사용하였기 때문이라 판단되며, 이러한 결과에 대하여 Park 등(2016b)은 현미의 호분층에 존재하는 다른 지방질, 단백질 등 영양성분들이 호화 특성에 영향을 준다고 보고하였다. 삼광의 최종점도는 106.21 RVU로 측정되었고 유색미는 35.54~50.88 RVU 범위를 나타내었다. 강하점도는 호화 중 전분의 열과 전단에 대한 저항성이며 가공의 안정도를 나타내는데(Kim 등, 2012), 삼광의 강하점도는 122.71 RVU로 유색미보다 가공의 안정도가 낮을 것으로 판단된다. 최종점도는 가열이 중지되고 50°C로 냉각하는 단계에서 전

분 분자들이 재결합하여 점도가 증가하는 단계를 말하는데(Kim 등, 2012), 삼광의 최종점도는 213.38 RVU로 가장 높았고 그다음으로는 흑진주 103.00 RVU, 조은흑미 100.13 RVU, 흑진미 80.84 RVU 순으로 높았다. 치반점도는 최종 점도와 최고점도의 차이를 나타낸 값으로(Kim 등, 2012), 삼광이 -15.54 RVU로 가장 낮았고 유색미는 -8.46~6.04 RVU 범위의 값을 나타내었다. 호화점도의 차이는 전분 입자의 크기, 전분의 이온성 전하, 결정성 정도와 종류, 전분 분자의 가지친 정도, 지방 및 단백질 함량 등에 영향을 받는다고 보고되어 있어(Park 등, 2006) 쌀의 품종, 도정도, 제분 방법, 제배지역 등에 의해 호화 양상이 변화될 것으로 판단된다.

설기떡 색도

쌀 품종별 설기떡의 색도 측정 결과는 Table 3과 같고, 제조단계별 모양은 Fig. 2에 나타내었다. 삼광 설기떡의 명도(L)는 83.04로 가장 높았고 유색미 설기떡의 명도(L)는 17.92~20.98 범위였으며 백미와 유색미 사이에 유의한 차이가 있었다. 적색도(a)는 조은흑미가 6.96으로 가장 높았고 백미인 삼광은 -0.75로 가장 낮았다. 황색도(b)는 삼광이 6.95로 가장 높았고, 그다음으로는 조은흑미 3.62, 흑진미 3.56, 흑진주 3.01 순이었다. 백미와 유색미 사이에는 유의한 차이가 있었지만, 유색미 품종 간에는 그 차이가 크지 않았다. 설기떡 사진 결과에서도 품종 간에 육안상으로 구분이 불가능하였다. Chong(1999)의 흑미를 첨가한 백설기 연구에서 첨가율이 증가할수록 L값이 감소하고 a값은 증가하여 흑미 첨가에 의한 영향을 받는다고 보고하였으며, Cho (2001) 및 Shin과 Chung(2018)의 연구에서도 흑미 첨가량의 증가에 따라 L값과 b값은 감소하고 a값은 증가하는 경향이 있다고 보고하였다. Park 등(2002)의 유색미, 현미 및

Table 3. Hunter's color value of *Sulgidduk* prepared by different rice cultivar

Cultivar	Hunter's color value		
	L	a	b
Samkwang	83.04±0.15 ^{a1)2)}	-0.75±0.03 ^c	6.95±0.05 ^a
Heuginmi	20.98±0.80 ^b	6.41±0.37 ^{ab}	3.56±0.28 ^b
Joeunheugmi	18.33±0.15 ^c	6.96±0.21 ^a	3.62±0.11 ^b
Heuginju	17.92±0.11 ^c	5.95±0.60 ^b	3.01±0.18 ^c

¹⁾Values are mean±SD (n=3).

²⁾Different small letters (a-d) in the same column indicate a significant difference by Duncan's range test ($P<0.05$).

Fig. 2. Photograph of raw materials and *Sulgidduk* prepared by different rice cultivar.

일반미 절편의 색도 측정 결과 일반미와 유색미 100%로 만든 절편의 색도 값이 본 연구 결과와 유사한 경향을 보였다.

설기떡의 조직감 및 노화도

저장 기간에 따른 설기떡의 조직감 측정 결과는 Table 4에 나타내었다. 초기 설기떡의 경도는 삼광이 923.83 g으로 가장 높았고, 흑진미가 560.63 g, 조은흑미가 523.36 g, 흑진주가 365.30 g으로 흑진주가 가장 낮았다. 부착성은 삼광이 0.30 g·s, 흑진미가 -0.47 g·s, 조은흑미가 -0.30 g·s,

흑진주가 -0.35 g·s였으며, 탄력성은 0.63~0.69 범위로 시료 간에 유의적인 차이가 없었다. 씹힘성은 삼광이 404.37, 흑진주가 139.12였고, 점착성은 삼광이 616.31, 흑진주가 223.12로 삼광이 가장 높고 흑진주가 가장 낮았다. 응집성은 삼광이 0.67, 흑진미가 0.59, 조은흑미가 0.64, 흑진주는 0.61로 삼광이 가장 높고 흑진미가 가장 낮았다.

저장 1시간 경과 후 경도는 삼광은 1,297.23 g, 흑진미는 1,067.58 g, 조은흑미는 708.28 g, 흑진주는 551.50 g으로 초기 경도보다 증가했으며, 부착성, 탄력성 및 응집성은 1시

Table 4. Texture and retrogradation characteristics of *Sulgidduk* during with storage times

Cultivar	Time (h)	Hardness (g)	Adhesiveness (g·s)	Springiness	Chewiness	Gumminess	Cohesiveness
Samkwang	0	923.83±5.50 ^{a1)2)}	0.30±0.17 ^a	0.66±0.11 ^a	404.37±78.77 ^a	616.31±13.78 ^a	0.67±0.01 ^a
Heugjinmi		560.63±23.55 ^b	-0.47±0.76 ^b	0.63±0.06 ^a	208.22±18.10 ^b	329.49±8.00 ^b	0.59±0.01 ^d
Joeunheugmi		523.36±17.63 ^c	-0.30±0.53 ^{ab}	0.69±0.08 ^a	232.20±26.07 ^b	335.17±5.51 ^b	0.64±0.02 ^b
Heugjinju		365.30±16.69 ^d	-0.35±0.18 ^{ab}	0.63±0.04 ^a	139.12±8.73 ^c	223.12±6.97 ^c	0.61±0.02 ^c
Samkwang	1	1,297.23±46.55 ^a	0.20±0.00 ^a	0.56±0.00 ^{bc}	467.20±6.31 ^a	830.28±7.27 ^a	0.64±0.02 ^a
Heugjinmi		1,067.58±38.96 ^b	0.23±0.04 ^a	0.54±0.02 ^c	321.03±19.22 ^b	598.14±18.74 ^b	0.56±0.02 ^c
Joeunheugmi		708.28±38.78 ^c	0.20±0.00 ^a	0.66±0.05 ^a	294.57±36.81 ^b	448.41±28.61 ^c	0.63±0.01 ^a
Heugjinju		551.50±19.29 ^d	0.06±0.26 ^a	0.62±0.08 ^{ab}	208.43±25.54 ^c	334.79±8.77 ^d	0.61±0.02 ^b
Samkwang	2	1,218.20±63.95 ^a	0.20±0.00 ^a	0.62±0.02 ^a	510.60±18.60 ^a	833.16±36.70 ^a	0.68±0.01 ^a
Heugjinmi		1,221.87±27.56 ^a	0.23±0.04 ^a	0.53±0.02 ^c	355.62±23.95 ^b	671.99±28.79 ^b	0.55±0.02 ^c
Joeunheugmi		912.80±19.06 ^b	0.17±0.04 ^a	0.62±0.01 ^a	341.79±4.33 ^b	550.55±12.97 ^c	0.60±0.00 ^b
Heugjinju		882.13±31.94 ^b	0.23±0.04 ^a	0.58±0.02 ^b	296.49±13.63 ^c	508.13±14.16 ^d	0.58±0.01 ^b

¹⁾Values are mean±SD (n=5).

²⁾Different small letters (a-d) in the same column indicate a significant difference by Duncan's range test ($P<0.05$).

Table 5. Total anthocyanin contents of *Sulgidduk* according to manufacturing process

Cultivar	Process	Cyanidin-3-glucoside (mg/100 g)	Peonidin-3-glucoside (mg/100 g)	Cyanidin (mg/100 g)	Total anthocyanin (mg/100 g)
Samkwang	Raw	ND ¹⁾	ND	ND	ND
	Wash	ND	ND	ND	ND
	Mix	ND	ND	ND	ND
	Product	ND	ND	ND	ND
Heugjinmi	Raw	221.38±20.35 ^{Ca2)3)}	18.64±0.74 ^{Ba}	35.50±1.62 ^{Aa}	275.53±22.71 ^{Ca}
	Wash	102.37±7.85 ^{Cb}	10.67±0.34 ^{Bb}	14.10±0.30 ^{Bc}	127.14±8.48 ^{Cb}
	Mix	36.69±2.53 ^{Cc}	ND	34.30±0.07 ^{Aa}	70.99±2.46 ^{Cc}
	Product	23.17±1.21 ^{Cd}	ND	25.14±0.65 ^{Ab}	48.32±1.86 ^{Cc}
Joeunheugmi	Raw	437.10±17.00 ^{Ba}	20.81±0.41 ^{Ba}	25.74±0.76 ^{Cb}	483.65±18.17 ^{Ba}
	Wash	203.87±9.59 ^{Bb}	10.51±0.34 ^{Bd}	13.43±0.72 ^{Bc}	227.81±10.65 ^{Bb}
	Mix	72.93±2.09 ^{Bc}	18.65±0.18 ^{Ab}	31.05±0.25 ^{Ca}	122.63±2.51 ^{Bc}
	Product	35.00±1.17 ^{Bd}	15.29±0.09 ^{Ac}	25.76±0.32 ^{Ab}	76.05±1.59 ^{Bd}
Heugjinju	Raw	510.36±18.65 ^{Aa}	25.60±1.55 ^{Aa}	28.93±0.24 ^{Bb}	564.89±20.44 ^{Aa}
	Wash	276.04±6.92 ^{Ab}	14.06±0.25 ^{Ac}	19.80±1.40 ^{Ad}	309.89±8.57 ^{Ab}
	Mix	96.68±4.59 ^{Ac}	18.64±0.34 ^{Ab}	31.65±0.32 ^{Ba}	146.98±4.56 ^{Ac}
	Product	47.31±0.92 ^{Ad}	15.02±0.38 ^{Ac}	23.90±1.21 ^{Ac}	86.24±2.50 ^{Ad}

¹⁾ND: Not detected.²⁾Values are mean±SD (n=2).³⁾Different capital letters and small letters in the same column indicate a significant difference by Duncan's range test ($P<0.05$).

간 경과 후 감소하였고 씹힘성과 점착성은 증가하였다. 저장 2시간 경과 후 조직감 측정 결과도 유사한 경향을 나타내었다. 저장 시간이 경과할수록 경도, 씹힘성 및 점착성은 증가하였으며, 부착성, 탄력성 및 응집성은 감소하는 경향을 보였다. Kim과 Lee(1999)의 연구에서도 유색미 첨가량이 증가함에 따라 경도, 응집성, 부착성, 씹힘성이 감소하는데, 이는 유색미 첨가에 의해 식이섬유의 함량이 증가하였기 때문이라고 보고하였으며, Park 등(2002)은 100% 유색미떡은 백미떡과 비교하여 경도가 낮아 부드러운 조직감을 주고 저장 24시간 후에도 지속되어 노화가 지연되었다고 보고하였다. 따라서 본 연구의 조직감 결과도 유색미가 현미 상태이고 호분층에 존재하는 식이섬유, 지방 및 단백질 등의 다른 영양성분으로 인해 전분의 호화 및 노화를 방해하였기 때문에 설기떡의 조직감에 영향을 미쳐 백미보다 노화가 느리게 진행된 것이라 판단된다.

설기떡의 안토시아닌 색소 함량

설기떡 제조단계별 안토시아닌 색소 함량은 Table 5에 나타내었다. 원료 쌀의 안토시아닌 함량은 백미인 삼광에서는 측정되지 않았고 흑진미, 조은흑미 및 흑진주가 각각 275.53, 483.65 및 564.89 mg/100 g으로 흑진주 품종에서 가장 높았다. 수세 후의 안토시아닌 색소 함량은 흑진미, 조은흑미 및 흑진주가 각각 127.14, 227.81 및 309.89 mg/100 g으로 원료 쌀의 안토시아닌 색소 함량보다 낮게 측정되었는데, 이는 유색미 과피에 존재하는 안토시아닌 색소가 수용성 색소이기 때문에 수세 과정에서 색소가 물에 용출되어 손실된 것으로 판단된다. Oh 등(1996)의 연구에서 안토시아닌계 및 타닌계 색소는 수분을 포함하지 않은 부틸알콜, 에틸에테

르 및 헥산 등의 용매에서 추출이 안 되는 것으로, 물에 잘 녹는 수용성 물질인 것으로 보고하였다. 혼합 후의 안토시아닌 색소 함량은 흑진미, 조은흑미 및 흑진주가 각각 70.99, 122.63 및 146.98 mg/100 g으로 수세 후 가루에 비해 안토시아닌 함량이 낮았는데, 이는 물, 소금 및 설탕이 혼합되면서 전체 무게 대비 색소의 비율이 감소하였기 때문으로 판단된다. 설기떡의 안토시아닌 색소 함량은 흑진미, 조은흑미 및 흑진주가 각각 48.32, 76.05 및 86.24 mg/100 g으로 혼합 후 가루보다 낮게 측정되었는데, 이는 안토시아닌 색소가 열에 불안정하므로 설기떡을 찌는 단계에서 높은 열로 인해 안토시아닌 색소가 분해되어 낮게 측정된 것으로 판단된다(Yoon 등, 1997).

요 약

본 연구는 백미인 삼광품종과 유색미인 흑진미, 조은흑미 및 흑진주 품종으로 제조된 설기떡의 품질 특성을 비교하였다. 백미 설기떡의 L, a, b값은 각각 83.04, -0.75 및 6.95였으며, 유색미 설기떡은 17.92~20.98, 5.95~6.96 및 3.01~3.62의 범위로 백미와는 차이가 있었고 유색미 간에는 차이가 크지 않았다. 경도는 삼광 품종이 923.83 g으로 가장 높았으며 유색미는 365.30~560.63 g의 범위로 낮았다. 씹힘성은 삼광이 404.37로 가장 높았고 흑진주가 139.12로 가장 낮았다. 저장 시간이 경과됨에 따라 설기떡의 경도, 씹힘성 및 점착성은 증가하였으며, 부착성, 탄력성 및 응집성은 감소하였다. 백미 설기떡이 유색미 설기떡보다 저장 시간별 경도, 씹힘성 등이 높아 유색미 설기떡의 노화가 더 느리게 진행되었다. 설기떡의 안토시아닌 함량은 흑진주에서 86.24

mg/100 g으로 가장 높았다. 이상의 결과로부터 유색미는 영양학적으로 우수하며, 노화가 느리게 진행되어 우수한 품질의 설기떡 제조가 가능할 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 연구비지원(과제번호: PJ 01502101 2020, PJ 015021042020)에 의해 수행되었으며 이에 감사드립니다.

REFERENCES

- Ahn SL. Quality characteristics of Sulgidduk by the addition wheat sprouts powder. *Culi Sci & Hos Res.* 2020. 26:105-115.
- Anderson RA. Water absorption and solubility and amylograph characteristics of roll-cooked small grain products. *Cereal Chem.* 1982. 59:265-269.
- Cho MZ. Effect of addition of black pigmented rice on the quality of colored Sulgiddeok. *Korean J Food Nutr.* 2001. 14:507-511.
- Choi OJ, Kim YD, Shim JH, Noh MH, Shim KH. Physicochemical properties of diverse rice species. *Korean J Food Preserv.* 2012. 19:532-538.
- Chong HS. Quality characteristics of Paeksulgi made with black color rice. *J East Asian Diet Life.* 1999. 9:370-375.
- Doo HJ, Shim JY. Quality characteristics of black rice Sulgiddeok with black garlic powder. *Korean J Food Cook Sci.* 2010. 26:677-684.
- Ha TY, Park SH, Lee CH, Lee SH. Chemical composition of pigmented rice varieties. *Korean J Food Sci Technol.* 1999a. 31:336-341.
- Ha TY, Park SH, Lee SH, Kim DC. Gelatinization properties of pigmented rice varieties. *Korean J Food Sci Technol.* 1999b. 31:564-567.
- Ji YM, Kim MY, Lee SH, Jang GY, Li M, Yoon N, et al. Effects of acidic treatments for anthocyanin and proanthocyanidin extraction on black bean (*Glycine max* Merrill.). *J Korean Soc Food Sci Nutr.* 2015. 44:1594-1598.
- Jun HI, Park SJ, Lee SJ, Kim YS, Song GS. Quality characteristics of *Backsulgi* with red rice flours. *Korean J Food Preserv.* 2013. 20:614-620.
- Kang MY, Nam YJ. Studies on bread-making quality of colored rice (Suwon 415) flours. *Korean J Soc Food Sci.* 1999. 15:37-41.
- Kim DJ, Oh SK, Lee JH, Yoon MR, Choi IS, Lee DH, et al. Changes in quality properties of brown rice after germination. *Korean J Food Sci Technol.* 2012. 44:300-305.
- Kim KS, Lee JK. Effects of addition ratio of pigmented rice on the quality characteristics of Seolgiddeok. *Korean J Soc Food Sci.* 1999. 15:507-511.
- Kim MS, Hahn TR, Yoon HH. Saccharification and sensory characteristics of *Sikhe* made of pigmented rice. *Korean J Food Sci Technol.* 1999. 31:672-677.
- Kim SR, Ahn JY, Lee HY, Ha TY. Various properties and phenolic acid contents of rices and rice brans with different milling fractions. *Korean J Food Sci Technol.* 2004. 36:930-936.
- Kwak EJ. Development of brown colored rice tea with high GABA content. *J Korean Soc Food Sci Nutr.* 2010. 39:1201-1205.
- Lee WJ, Jung JK. Quality characteristics and preparation of noodles from brown rice flour and colored rice flour. *Korean J Culi Res.* 2002. 8:267-278.
- Lee YS, Jung HO, Lee CO. Quality characteristics of *Yukwa* prepared with pigmented rice. *Korean J Soc Food Cook Sci.* 2002. 18:529-533.
- Lee YT, Kim SS, Chae EM. Physicochemical properties of selected cereals and legumes for the production of extruded multi-grain. *J Korean Soc Agric Chem Biotechnol.* 2001. 44:30-34.
- Oh SK, Choi HC, Cho MY, Kim SU. Extraction method of anthocyanin and tannin pigments in colored rice. *Agric Chem Biotechnol.* 1996. 39:327-331.
- Park JD, Choi BK, Kum JS, Lee HY. Physicochemical properties of brown rice flours produced under different drying and milling conditions. *Korean J Food Sci Technol.* 2006. 38:495-500.
- Park JH. Effects of rice flours prepared with different milling methods on quality of *sulgidduk*. *J Korean Soc Food Sci Nutr.* 2014. 43:1742-1748.
- Park JY, Ham H, Han SI, Oh SH, Song YC, Cho JH, et al. Comparison of antioxidant components and antioxidant activities of colored rice varieties (*Oryza sativa* L.) cultivated in southern plain. *J Korean Soc Food Sci Nutr.* 2016a. 45:1214-1220.
- Park JY, Oh SH, Han SI, Lee YY, Lee BW, Ham H, et al. Starch structure and physicochemical properties of colored rice varieties. *Korean J Crop Sci.* 2016b. 61:153-162.
- Park MK, Lee JM, Park CH. Comparisons on the quality characteristics of pigmented rice *cholpyon* with those of brown and white rice. *Korean J Soc Food Cook Sci.* 2002. 18:471-475.
- Shin DS, Yoo YM, Han GJ, Oh SG. Quality of *tteokbokki* tteok prepared by adding various concentration of brown rice. *Korean J Food Preserv.* 2016. 23:194-203.
- Shin EH, Lee JK. Quality characteristics of *Jeung-Pyun* on the addition ratio of pigmented rice and fermentation methods. *Korean J Food Cook Sci.* 2004. 20:380-386.
- Shin MH, Chung NY. Quality evaluation of brown rice *Sulgidduk* added with fermented black rice bran powder. *Food Service Industry Journal.* 2018. 14:41-50.
- Yang JW, Kim YE, Lee KH. Physicochemical characteristics and antioxidant activities of *Sikhye* made with pigmented rice. *J East Asian Soc Diet Life.* 2015. 25:830-841.
- Yoo AR, Lee HG. A study of the physical characteristics of *Backsulgi* by the amount of water and some kinds of sweeteners. *J Korean Soc Food Nutr.* 1984. 13:381-388.
- Yoon JM, Cho MH, Hahn TR, Paik YS, Yoon HH. Physicochemical stability of anthocyanins from a Korean pigmented rice variety as natural food colorants. *Korean J Food Sci Technol.* 1997. 29:211-217.