



Research Article

Analysis of physicochemical properties and antioxidant activities of commercial *tteokbokki* sauce in Korea

국내 시판 떡볶이 소스에 대한 이화학적 특성 및 항산화 활성 분석

Geon Oh¹, June Seok Lim², Geun-hee Cho², Sun-Il Choi^{1,3}, Xionggao Han¹, Xiao Men¹, Se-Jeong Lee¹, Sang Mi Jung⁴, Min Hee Kwon⁴, Yeong Rae Song⁴, Ok-Hwan Lee^{1,2,3}, Moon Jin Ra^{4*}

오건¹ · 임준석² · 조근혁² · 최선일^{1,3} · 한응호¹ · 문효¹ · 이세정¹ · 정삼미⁴ · 권민희⁴ · 송영래⁴ · 이옥환^{1,2,3} · 라문진^{4*}

¹Department of Food Biotechnology and Environmental Science, Kangwon National University, Chuncheon 24341, Korea

²Department of Food Science and Biotechnology, Kangwon National University, Chuncheon 24341, Korea

³Agricultural and Life Sciences Research Institute, Kangwon National University, Chuncheon 24341, Korea

⁴Hongcheon Institute of Medicinal Herb, Hongcheon 25142, Korea

¹강원대학교 식품환경융합학과, ²강원대학교 바이오산업공학부,

³강원대학교 농업생명과학연구원, ⁴(재)홍천메디칼허브연구소

Abstract This study investigated the physicochemical properties (total soluble solid, salinity, pH, Hunter color value, moisture content, and viscosity), total dietary fiber (TDF) content, free sugar content, and antioxidant activities (total flavonoid content, total phenolic content, and DPPH and ABTS radical scavenging activities) of 11 types of commercial *tteokbokki* sauce products in Korea. The pH values of the *tteokbokki* sauce products were 4.62-5.83, total soluble solids were 34.60-59.40 °Brix, and salinities were 2.89-5.77%. The lightness (L), redness (a), and yellowness (b) of the Hunter color value were 23.94-43.08, 4.32-22.49, and 1.67-19.88, respectively. The moisture contents in the *tteokbokki* sauce products were in the range of 27.73-53.20% and the viscosity values were 373.57-7,246.33 cP. The TDF contents determined by enzymatic-gravimetric method were in the range of 0.64-4.47 g/100 g, and the free sugar contents of the *tteokbokki* sauce products were 13.45-32.87 g/100 g. The eleven types of *tteokbokki* sauce products all contained fructose, glucose, and sucrose. The total flavonoid and phenolic contents of the *tteokbokki* sauce products were 0.12-0.36 mg RE/g and 1.14-1.82 mg GAE/g, respectively. The DPPH and ABTS radical scavenging activities of the *tteokbokki* sauce products were 32.98-87.41% and 18.45-74.72%, respectively. Pearson correlation analysis revealed that the total phenolic and flavonoid content, as well as the DPPH and ABTS radical scavenging activities were positively correlated ($r=0.651-0.918$) with the antioxidant activities. These results provide basic data for commercial *tteokbokki* sauce in Korea.

Keywords *tteokbokki* sauce, physicochemical properties, antioxidant activity, free sugars



OPEN ACCESS

Citation: Oh G, Lim JS, Cho G, Choi SI, Han X, Men X, Lee SJ, Jung SM, Kwon MH, Song YR, Lee OH, Ra MJ. Analysis of physicochemical properties and antioxidant activities of commercial *tteokbokki* sauce in Korea. Korean J Food Preserv, 29(7), 1150-1163 (2022)

Received: September 27, 2022

Revised: December 01, 2022

Accepted: December 02, 2022

***Corresponding author**

Moon Jin Ra
 Tel: +82-33-439-3247
 E-mail: ramj90@himh.re.kr

Copyright © 2022 The Korean Society of Food Preservation. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://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.

1. 서론

소스는 고대 로마시대부터 요리의 맛과 색상을 내기 위해 사용했던 반유동체 또는 유동 상태의 조미료로(Hong 등, 2004; James, 1997; Kenneth, 1990), 요리에서 맛과 색상을 부여하여 식욕을 증진시키고, 재료의 첨가로 영양가를 높여 음식이 조리되는 동안 재료들이 서로 조합되도록 하는 역할을 한다(Kim, 2006). 식품공전에서 조미식품은 식품을 제조·가공·조리하는 데 있어 풍미를 돋우기 위한 목적으로 사용되는 것으로, 식초, 소스류, 카레, 고춧가루 또는 실고추, 향신료가공품, 식염을 말하며, 그 중 소스류는 동·식물성 원료에 향신료, 장류, 당류, 식염, 식초, 식용유 등을 가하여 가공한 것으로 식품의 조리 전·후에 풍미 증진을 목적으로 사용되는 것을 정의하고 있다(MFDS, 2022a). 소스의 주원료로 사용되고 있는 우리나라 대표적인 장류로는 고추장, 간장 등이 있다. 간장은 삼국사기를 통해 그 존재를 확인할 수 있어 삼국시대부터 사용되어졌음을 알 수 있고, 고추장은 산림경제에 처음으로 기록되어 있어 고추가 우리나라에 들어와 보급된 후인 17세기 초부터 각 가정에서 만들어 먹어온 것으로 추측되며, 동의보감, 산림경제, 규합총서 등의 고조리서에 장류의 제조방법이 수록되어 우리나라 전통 장류는 선조들로부터 오랫동안 다양한 형태로 발전되어 오면서 오늘날까지 우리 민족의 식문화에 매우 중요한 자리를 차지하고 있음을 알 수 있다(Lee, 1986; Lee, 1988; Seo, 2001).

떡볶이는 이러한 장류를 주재료로 한 소스를 이용해 만든 음식으로 쌀이나 밀의 전분이 떡볶이 떡의 주성분이며, 기타 양념에서 유래되는 식품이다(Cheon 등, 2017). 또한, 비교적 간편한 조리법으로 상품화가 용이하고 대부분의 연령층에서 쉽게 접할 수 있는 식품이면서 국내 쌀 소비량 증대 및 한식 세계화의 열풍으로 재료와 소스, 모양, 조리방법에 따라 다양한 형태의 상품화가 가능하여 앞으로도 관심 및 수요도가 더 증가할 것으로 보인다(Lee, 2008; Shin 등, 2014). 이러한 흐름에 따라 떡볶이와 함께 소비자들의 떡볶이 소스에 대한 구매율은 증가 추세이며, 간편한 한 끼를 해결하고자 하는 소비자의 요구와 맞물려 다양한 한식 소스와 드레싱의 구매율도 증가하고 있다(Mafra, 2021).

떡볶이 떡은 마늘 분말(Kim 등, 2012), 도라지 분말

(Hwang과 Kim, 2007), 파래 분말(Kim과 Lyu, 2010), 자색고구마 분말(Ahn, 2010), 브로콜리 분말(Jo, 2009), 카레 분말(Ahn, 2009), 유산균 발효 식혜 첨가 떡(Jun 등, 2020) 등 새로운 소재를 이용한 떡 개발과 압출성형 횡수, 산침지와 가열살균, 산미료 처리 등 가공 조건 변화에 따른 떡볶이 떡의 품질에 미치는 영향 연구(Jung 등, 2018; Kang 등, 2011; Ra 등, 2020)가 활발하게 이루어지고 있다.

최근까지 일반적인 소스에 관해 보고된 국내 연구로는 다양한 기능성 소재를 사용한 소스 제조 및 소스의 품질에 미치는 영향 연구(Choi 등, 2013; Heu 등, 2007; Jang 등, 2004; Kim, 2013; Kim과 Park, 2010; Lee 등, 2009a; Lee 등, 2009b; Yim 등, 2012), 한국식 소스 개발(Kwon 등, 1998), 과일증기와 초고압처리를 적용한 간장소스의 품질변화(Choi 등, 2013) 등에 대한 연구에 대해서 진행되어 왔다.

하지만 떡볶이 소스에 관한 선행연구로는 대추 고추장을 떡볶이 소스에 이용한 연구(Choi 등, 2010), 보존제 첨가 및 가열 살균에 따른 떡볶이 소스의 저장 중 품질 특성 평가(Choi 등, 2020), 중국 소스를 첨가한 간장떡볶이 소스 및 증화소스를 첨가한 소스의 관능적 특성에 대한 연구(Kim 등, 2010; Kim 등, 2011) 등, 첨가되는 부재료 관련 연구가 대부분으로 시판 중인 떡볶이 소스류에 대한 연구는 미흡한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 국내 시중에서 판매되는 떡볶이 소스 제품 11종을 대상으로 이화학적 특성(가용성 고형분, 식염, pH, 색도, 수분, 점도)과 식이섬유, 유리당 함량 및 항산화 활성을 평가하여 떡볶이 소스의 경쟁력 강화와 다양한 소스 제품 개발을 위한 기초 자료로 제공하고자 하였다.

2. 재료 및 방법

2.1. 실험 재료

본 실험에서 시판 떡볶이 소스 제품의 이화학적 특성 및 항산화 활성을 조사하기 위해, 강원도 춘천시 소재 마트에서 판매되고 있는 액상 떡볶이 소스를 제조사와 상관없이 총 11종을 구입하고, 3℃에서 냉장 저장하면서 실험에 사용하였다. 본 실험에 사용된 떡볶이 소스 11종의 일괄표시면에 기재된 원재료명은 Table 1과 같다.

Table 1. Main ingredients of 11 *tteokbokki* sauce products

Sample	Main ingredients
G ¹ 1	<i>Gochujang</i> , red pepper powder, corn syrup, sugar, salt, onion, garlic, soy sauce, Shiitake mushrooms
G2	<i>Gochujang</i> , red pepper powder, corn syrup, sugar, salt, garlic
G3	Stir-fried vegetables, soybean, <i>gochujang</i> , red pepper powder, corn syrup, sugar, salt, soy sauce
G4	<i>Chunjang</i> , <i>gochujang</i> , red pepper powder, corn syrup, sugar, salt, onion
G5	<i>Gochujang</i> , red pepper powder, wheat rice, sugar, salt, onion, apple, tomato ketchup
G6	<i>Gochujang</i> , red pepper powder, corn syrup, sugar, salt, garlic, green onion, paprika
G7	<i>Gochujang</i> , red pepper powder, radish, garlic, paprika
G8	<i>Gochujang</i> , red pepper powder, rice, sugar, garlic, green onion, onion, salt, paprika
C ² 1	Vegetable cream, dairy cream, butter, mayonnaise, <i>gochujang</i> , red pepper powder, corn syrup, sugar, salt, soy sauce
C2	Vegetable cream, red pepper, garlic, soy sauce, salt, onion
S ³ 1	Stir-fried vegetables, onion, soy sauce, salt, sugar, garlic, corn syrup

¹⁾*Gochujang* based *tteokbokki* sauce.

²⁾Cream based *tteokbokki* sauce.

³⁾Soy sauce based *tteokbokki* sauce.

2.2. 실험 시약

분석에 사용된 시약인 ascorbic acid, galic acid, 1,1-diphenyl-2-picryl hydrazyl radical(DPPH), Folin-Ciocalteu's phenol reagent, 2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)(ABTS), potassium persulfate, potassium acetate, rutin은 Sigma-Aldrich Co.(St. Louis, MO, USA)에서 구입하였고, aluminum nitrate, sodium carbonate, AgNO₃는 SAMCHUN(Seoul, Korea)으로부터 potassium chromate는 Junsei Chemical Co.(Tokyo, Japan)에서 구입하여 사용하였다. 식이섭취 분석 시 효소분해물에 사용하는 효소는 amylase(heat-stable), protease from *Bacillus licheniformis*, amyloglucosidase solution from *Aspergillus niger*와 시료 전처리에 필요한 시약인 tris(hydroxymethyl aminomethane), mes hydrate는 Sigma-Aldrich Co.(St. Louis, MO, USA)에서 구입하였고, 시료 전처리에 사용되는 ethyl alcohol(HPLC-grade), hydrochloric acid 및 sodium hydroxide는 Daejungchem (Siheung, Korea)의 시약을 사용하였다. HPLC 분석을 위한 당류 표준품은 Sigma-Aldrich Co.(St. Louis, MO, USA)의 것을 구입하였고, 시료 전처리 및 HPLC 분석에 사용한 petroleum ether, acetonitrile(TEDIA Inc., Fairfield,

OH, USA)은 HPLC 등급의 시약을 사용하였으며, 증류수는 Millipore Milli-Q water purification system(Billerica, MA, USA)을 이용하여 사용하였다.

2.3. 이화학적 특성 분석

가용성 고형분은 소스를 가용성 고형분계(PAL-3, Atago Co. Ltd., Tokyo, Japan)로 상온에서 3회 반복 측정하고, 평균값으로 나타내었다.

식염은 Mohr법(AOAC, 1995)을 변형하여 측정하였다. 1 g의 소스를 증류수 100 mL로 희석한 후 여액 5 mL를 취한 뒤, 증류수 50 mL를 첨가하여 2% potassium chromate 1 mL를 가하고, 0.02 N AgNO₃ 용액으로 적정하여 적갈색으로 변한 종말점까지의 0.02 N AgNO₃ 용액의 소비량으로 식염을 정량하였다.

$$\text{식염}(\%) = \frac{V \times F \times 0.00117 \times D}{S} \times 100$$

S: 시료의 채취량

V: 적정에 사용된 0.02 N AgNO₃ 소비량(mL)

F: 0.02 N AgNO₃ 용액의 역가

D: 희석배수

pH는 2 g의 소스를 증류수 18 mL에 교반하여 섞은 후, 실온에서 1시간 동안 보관한 뒤 pH meter(cyberscan pH 510, Eutech Instruments Co., Breda, Netherlands)로 3회 반복 측정하고 평균값으로 나타내었다.

색도는 각 소스를 색도계(CR-400/ 410 Konica Minolta Co., Tokyo, Japan)를 이용하여 Hunter's color values L(lightness)과 a(redness), b(yellowness) 값을 소스당 각각 3회 반복 측정 후 평균값으로 나타내었다. 표준백관의 L, a, b 값은 각각 90.84, 0.05, 1.74이었다.

수분은 시료 약 1 g을 취하여 적외선 수분측정기(FD-610, Kett, Tokyo, Japan)에 넣고 3회 반복 측정하여 평균값을 구하였다.

점도는 점도계(DV-II pro, Brookfield, Middleboro, MA, USA)로 No.64 Spindle를 사용하여 속도 60 rpm 조건에서 3회 반복 측정 후 centipoise(cP) 단위로 표시하였다.

2.4. 식이섬유 함량 분석

식이섬유 함량은 건강기능식품 및 기준규격 제4 건강기능식품 시험법 중 3-26 식이섬유의 제 1법의 효소중량법을 적용하여 측정하였다. 소스류를 대상으로 100 mL 플라스크에 소스 1 g을 취해 두 개의 검체(M1, M2)를 준비하고, 공시험(B1, B2)을 *mes-tris* 완충액 40 mL에 용해한 후 95°C 수욕에서 amylase(heat-stable) 0.1 mL 첨가 및 30분간 교반하면서 반응시켰다. 반응용액을 60°C로 식히고 protease solution 0.1 mL를 넣어 60°C 수욕에서 30분간 교반하여 반응시킨 후 0.56 N HCl 5 mL를 첨가하여 pH 4.0-4.7로 조정하였다. 여기에 amyloglucosidase를 0.3 mL 첨가하고 60°C 수욕에서 30분간 반응시켰다. 효소 분해된 시험용액에 95% ethyl alcohol 225 mL를 첨가하여 침전시킨 다음 규조토를 넣고 유리여과기로 시험용액을 여과하였다. 이어서 78% ethyl alcohol, 95% ethyl alcohol, acetone으로 씻어 여과 후 잔류물이 남아있는 유리여과기를 105°C에서 하룻밤 건조시키고, 무게를 측정하여 잔류물 무게를 측정하였다. 두 개의 시료 중 하나는 식품공전 제8 일반시험법의 총질소 및 조단백질에 따라 측정하였고, 나머지 하나는 식품공전 제8 일반시험법의 회분에 따라 회분량을 측정하는 다음

아래의 식을 이용하여 총식이섬유 함량을 측정하였다.

$$\text{공시험 함량 (Bmg)} = \left[\frac{B1R + B2R}{2} \right] - P_B - A_B$$

B1R, B2R: 공시험 2반복에 대한 잔사의 무게(mg)

P_B: 공시험(B1)의 단백질 무게(mg)

A_B: 공시험(B2)의 회분 무게(mg)

$$\text{식이섬유 함량 (DF)} = \frac{\frac{(M1R + M2R)}{2} - P - A - B}{\frac{(M1 + M2)}{2}} \times 100$$

M1R, M2R: 검체 2반복의 잔사 무게(mg)

P: 잔사(M1R) 중 단백질 무게(mg)

A: 잔사(M2R) 중 회분 무게(mg)

B: 공시험 함량(mg)

M1, M2: 검체의 무게(mg)

2.5. 유리당 함량 분석

유리당 함량은 식품공전 제8 일반시험법(MFDS, 2022b)의 당류 정량법에 따라 측정하였다. 소스를 균질화한 후, 지방을 제거하기 위해 각 소스 0.5 g을 petroleum ether 25 mL로 분산시켰으며, 원심분리기(5810R, Eppendorf, Hamburg, Germany)를 이용하여 805 ×g으로 10분간 원심분리한 후, 고형분이 제거되지 않도록 petroleum ether를 제거하였다. 이를 반복하고 질소농축기(MG2200, EYELA, Tokyo, Japan)를 이용하여 petroleum ether를 완전히 증발시켰다. 지방이 제거된 소스에 증류수 25 mL를 가하여 무게를 확인하고 이를 85°C 항온수조(WB-22, Daihan Co. Ltd., Seoul, Korea)에서 25분간 가온하여 당류를 추출한 후 실온으로 냉각하여 최초 기록한 증류수의 무게가 될 수 있도록 증류수를 첨가하였다. 이를 membrane filter(0.45 μm pore size, Whatman Co., Kent, England)로 여과하여 시험용액으로 사용하였다. 유리당 분석에 사용된 표준용액은 각각의 표준물질 약 1-2 g을 정밀히 달아 100 mL 메스플라스크에 증류수로 용해시킨 후 표준용액으로 조제하였다.

유리당 분석을 위해 사용된 HPLC 장비는 binary pump,

degasser, autosampler, RID로 구성된 HPLC system (Shimadzu, Kyoto, Japan)을 사용하였다. 컬럼은 carbohydrate column(3.9×300 mm I.D., 10 μm, Waters Co., Milford, MA, USA)을 사용하였으며, 이동상은 80% acetonitrile로 isocratic 조건으로 사용하여 유속 1.0 mL/min, 컬럼 온도는 35°C, 유리당 표준용액 및 시험용액은 20 μL를 주입하여 분석하였다. 모든 실험의 결과는 3회 반복하여 얻은 값의 평균값을 사용하였다.

2.6. 총플라보노이드 및 총폴리페놀 함량 측정

총플라보노이드 함량은 Moreno 등(2000)의 방법을 이용해 측정하였다. 각 소스 2 g을 70% ethyl alcohol 8 mL에 용해하였고, 원심분리기(416, GYROZEN Co., Gyeonggi, Korea)를 이용하여 890 ×g으로 20분 동안 원심분리하고 여과지에 여과하였다. 여과된 용액 0.5 mL와 aluminum nitrate, potassium acetate를 0.1 mL씩 test tube에 넣고, 증류수를 2.8 mL 첨가하여 상온에서 30분간 반응시켰다. 반응물은 원심분리기(Hanil Micro-17TR, Hanil Science Industrial Co. Ltd., Daejeon, Korea)를 사용하여 890 ×g로 20분 동안 원심분리를 진행하였다. 상등액을 96-well plate에 200 μL씩 넣어 microplate reader (Spectramax i3, Molecular Devices Co., Sunnyvale, CA, USA)를 이용해 415 nm 파장에서 흡광도를 측정했다. 총플라보노이드 함량 분석은 rutin을 이용하여 작성한 표준곡선으로 함량을 구하였다. 모든 실험의 결과는 3회 반복하여 얻은 값의 평균값을 사용한 후 RE(rutin equivalent content)로 나타내었다.

총폴리페놀 함량 측정은 Duval과 Shetty(2007)의 방법을 참고하여 Folin-Ciocalteu의 방법을 변형해 측정하였다. 각 소스 2 g을 70% ethyl alcohol 8 mL에 용해시켰으며, 원심분리기(416, GYROZEN Co., Gyeonggi-do, Korea)를 이용하여 890 ×g으로 20분 동안 원심분리하고 여과지에 여과시켰다. 여과된 용액 1 mL, 2% sodium carbonate 용액 1 mL 및 10% Folin-Ciocalteu's reagent 1 mL를 각각 혼합하여 1시간 동안 암소에서 반응시킨 후, microplate reader(Spectramax i3, Molecular devices Co., Sunnyvale, CA, USA)를 이용하여 750 nm 파장에서 흡광도를 측정하였다. 총폴리페놀 함량 분석은

gallic acid를 이용하여 표준곡선으로 함량을 구하였다. 모든 실험의 결과는 3회 반복하여 얻은 값의 평균값을 사용하여 GAE(gallic acid equivalent content)로 나타내었다.

2.7. DPPH 및 ABTS radical 소거활성 측정

DPPH radical 소거활성은 Blois(1958)의 방법을 변형한 DPPH radical 소거활성 측정으로 시료의 항산화 활성을 비교하였다. 각 소스 6 g을 70% ethyl alcohol 24 mL에 용해시켰으며, 원심분리기를 이용하여 890 ×g으로 20분 동안 원심분리하고, 여과지에 여과시켰다. 여과한 용액을 다시 3배 희석한 후, 희석한 용액 0.2 mL에 0.0004 M DPPH 시약 0.8 mL를 첨가하였고, 25°C 암소에서 10분간 반응시켰으며, 반응물을 96-well plate에 200 μL씩 넣어 반응액을 3회 반복하여 microplate reader(Spectramax i3, Molecular Devices Co., Sunnyvale, CA, USA)를 이용해 517 nm 파장에서 흡광도를 측정하였으며, 양성대조군으로 ascorbic acid(ASA)를 이용하였다. 결과값은 DPPH radical 소거활성을 다음 식을 이용하여 평균값으로 나타내었다.

$$\text{DPPH radical 소거활성 (\%)} = \left(1 - \frac{A_{\text{Experiment}}}{A_{\text{control}}}\right) \times 100$$

ABTS radical 소거활성 측정은 Re 등(1999)의 방법을 참고하였다. 각 시료 6 g을 70% ethyl alcohol 24 mL에 용해하였고, 원심분리기를 이용하여 890 ×g으로 20분간 원심분리하여 본 실험에 사용하였다. 7 mM ABTS와 2.45 mM potassium persulfate 용액을 암소에서 16시간 반응시켜 radical을 발생시켰다. 그 후, ABTS 용액 1 mL와 시료 10 μL를 암소에서 6분 반응시키고 원심분리기(Hanil Micro-17TR, Hanil Science Industrial Co. Ltd., Daejeon, Korea)를 이용하여 890 ×g으로 20분간 원심분리 후 여과지에 여과하고 얻은 반응액을 200 μL씩 96-well plate에 첨가하였다. 이를 3회 반복으로 734 nm에서 microplate reader(Spectramax i3, Molecular Devices Co., Sunnyvale, CA, USA)를 이용해 흡광도를 측정했다. 양성대조군으로 ascorbic acid(ASA)를 사용하였으며, ABTS radical 소거활성은 아래의 식을 이용해 계산하였다. 결과값은 3회 반복하여 얻은 값의 평균값으로 나

타내었다.

$$\text{ABTS radical 소거활성 (\%)} = \left(1 - \frac{A_{\text{Experiment}}}{A_{\text{control}}} \right) \times 100$$

2.8. 통계처리

모든 실험은 3회 반복하여 평균값과 표준편차를 계산하였으며, 결과값은 통계 소프트웨어 IBM SPSS statics (Version 26.0, IBM Corporation, USA, NC)를 이용하여 통계처리하였다. 유의성은 Duncan의 다중 범위 검정 (Duncan's multiple range test)을 이용하였다. 실험군의 평균값 간의 유의성은 $p < 0.05$ 수준에서 검정하였다. 상관관계는 Pearson의 적률 상관계수(Pearson's correlation coefficient)를 이용하여 유의성을 표기하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 이화학적 특성

시판 떡볶이 소스 11종을 대상으로 이들의 이화학적 특성(가용성 고형분, 식염, pH, 색도, 수분, 점도)을 측정하고 결과는 Table 2와 같다. 시판 떡볶이 소스 11종의 가용성

고형분 범위는 34.60-59.40 °Brix로, 평균값은 47.26 °Brix로 나타났다. 고춧가루가 적을수록, 고추씨가 많을수록 가용성 고형분 함량이 낮아진다는 연구결과(Lee와 Kim, 2018)와 매운맛이 덜한 소스들이 가용성 고형분 함량이 낮게 측정된다는 연구결과(Jo와 Park, 2018)가 보고된 바 있다. 본 연구결과에서도 동일하게 크림 또는 간장을 베이스로 사용한 C1, C2, S1 소스 제품의 가용성 고형분이 각각 39.53, 39.37, 34.60 °Brix로 가장 낮고, 나머지 일반 떡볶이 소스들의 가용성 고형분이 높은 경향을 보였다. 이는 C1, C2, S1 소스 제품이 일반 떡볶이 소스 제품과 비교했을 때 고춧가루 및 고추씨를 적게 함유하고 있기 때문이라고 사료된다.

식염의 범위는 2.89-5.77%로, 평균값은 4.22%로 나타났다. 크림 떡볶이 소스인 C1 소스 제품과 간장 떡볶이 소스인 S1 소스 제품의 식염이 2.89%로 가장 낮았으나, 크림 떡볶이 소스인 C2 제품은 4.29%로 식염은 떡볶이 소스의 유형 차이에 영향을 받지 않는 것으로 사료된다.

pH 범위는 4.62-5.83으로, 평균값은 5.11로 나타났다. 전반적인 소스류의 이화학적 특성에 대해 분석한 Kang 등 (2014)이 보고한 pH 범위 2.38-5.30과 4.66-5.06 범위라

Table 2. Physicochemical properties of 11 *tteokbokki* sauce products

Sample	Total soluble solid (°Brix)	Salinity (%)	pH	Hunter's color values			Moisture content (%)	Viscosity (cP)
				L ¹⁾	a ²⁾	b ³⁾		
G1	53.67±0.25 ^d	4.52±0.14 ^d	4.85±0.03 ^{gh}	25.98±0.00 ^h	10.43±0.03 ^f	3.59±0.01 ^g	33.63±2.05 ^e	7,246.33±10.93 ^a
G2	59.40±0.10 ^a	4.37±0.14 ^{de}	4.81±0.07 ^h	26.13±0.00 ^g	9.96±0.04 ^g	3.53±0.00 ^h	30.33±0.85 ^f	2,216.67±5.77 ^h
G3	47.97±0.12 ^e	3.28±0.00 ^g	4.62±0.04 ⁱ	24.62±0.00 ^j	5.53±0.01 ⁱ	3.11±0.02 ^j	27.73±0.42 ^g	4,046.78±17.11 ^e
G4	43.60±0.10 ^h	5.77±0.14 ^a	4.93±0.03 ^{fg}	23.94±0.02 ^k	4.32±0.01 ^k	1.67±0.00 ^k	43.73±0.57 ^b	2,682.44±17.11 ^g
G5	54.33±0.21 ^c	4.99±0.14 ^c	5.05±0.04 ^e	30.47±0.03 ^f	20.25±0.05 ^e	9.38±0.02 ^f	31.77±0.57 ^f	4,272.33±7.64 ^d
G6	54.73±0.06 ^b	5.30±0.14 ^b	5.20±0.07 ^d	25.93±0.02 ⁱ	8.48±0.03 ^h	3.17±0.01 ⁱ	34.87±1.06 ^e	3,905.11±30.02 ^f
G7	46.73±0.15 ^f	3.90±0.14 ^f	5.34±0.02 ^c	31.73±0.01 ^e	22.49±0.05 ^a	10.76±0.03 ^d	39.13±1.34 ^d	1,394.44±18.36 ^j
G8	45.97±0.12 ^g	4.21±0.00 ^e	5.08±0.04 ^e	32.27±0.01 ^d	21.72±0.03 ^c	11.43±0.03 ^c	42.00±1.27 ^c	373.57±2.33 ^k
C1	39.53±0.21 ⁱ	2.89±0.14 ^h	5.83±0.06 ^a	43.08±0.01 ^a	21.79±0.02 ^b	19.88±0.01 ^a	41.67±1.63 ^c	1,476.11±0.96 ^j
C2	39.37±0.15 ^j	4.29±0.14 ^e	5.60±0.05 ^b	39.95±0.01 ^b	21.34±0.01 ^d	18.56±0.00 ^b	53.20±0.92 ^a	5,860.67±30.14 ^b
S1	34.60±0.20 ^j	2.89±0.14 ^h	4.99±0.04 ^{ef}	33.69±0.00 ^c	6.84±0.01 ⁱ	10.08±0.00 ^e	35.23±0.85 ^e	4,871.28±42.42 ^c

Legends for the sample are in Table 1.

¹⁾Lightness.

²⁾Redness.

³⁾Yellowness.

Mean±SD, ^{a-k}Means in the column by different superscripts are significantly different at 5% signification level by Duncun's multiple range test.

고 보고한 Lee 등(2014)의 결과와 유사한 범위의 경향을 나타내었다.

색도값은 각 L값은 23.94-43.08 범위로 측정되었고, 특히 C1 소스 제품에서 43.08로 가장 높았고, G4 소스 제품의 L값이 23.94로 가장 낮았다. a값은 4.32-22.49 범위로, G7 소스 제품이 22.49로 가장 높았고, G4 소스 제품이 4.32로 가장 낮았다. b값은 1.67-19.88 범위로 나타났으며, C1 소스 제품이 19.88로 가장 높았고, G4 소스 제품이 가장 낮았다. 떡볶이 소스 11종의 L값, a값, b값의 차이는 시판 떡볶이 소스의 유형(예, 일반 떡볶이 소스, 크림 떡볶이 소스, 궁중(간장) 떡볶이 소스 등)의 차이에 기인한 것으로 사료된다.

수분 함량은 27.73-53.20% 수준으로 나타났으며, C2 소스 제품에서 53.20%로 가장 높게 측정되었다. 특히, 크림 베이스제품인 C1(41.67%)과 C2(53.20%)에서 비교적 높은 수준의 수분 함량을 보였다. 일반적으로 떡볶이 소스의 기본 재료인 시판 고추장의 수분 함량은 30.39-36.86% (Byeon과 Choi, 2018)로 보고되어 있으며, 각 소스 제품마다 부재료의 배합비율에 따라 다양하게 수분함량 결과를 나타내었다.

소스의 점도는 373.57-7,246.33 cP 범위로 측정되었으며, G1 > C2 > S1 > G5 > G3 > G6 > G4 > G2 > C1 > G7 > G8 소스 제품순으로 점도가 높게 측정되었다. Sung과 Ko(2010)의 연구에서 데리야끼 소스에 석류 농축액을 첨가할수록 점도가 증가한 연구결과와 대조하였을 때, 물성을 조절하는 부재료의 첨가로 점도에 영향을 미치는 것으로 사료된다.

3.2. 식이섬유 함량 비교

시판 떡볶이 소스 제품의 식이섬유 함량 분석결과는 Table 3과 같다. 시판 떡볶이 소스 11종에서 확인된 식이섬유의 함량은 0.64-4.47 g/100 g 함량 범위로, G6 > G3 > G1 > G4 > G2 > G7 > G5 > C2 > C1 > G8 > S1 소스 제품순으로 식이섬유가 많이 포함된 것으로 나타났다. Yeon 등(2016)의 식이섬유 섭취 기여가 큰 식품군을 대상으로 식이섬유 함량을 조사한 결과, 조미식품 중 양념류에서 2.69±0.07 g/100 g으로 확인되어 본 연구에서 분석한 시판 떡볶이 소스의 식이섬유 함량과 유사한 수준으로 확인되었다.

크림 베이스와 간장 베이스 소스를 포함한 C1, G8, S1 소스 제품의 경우 0.64-1.02 g/100 g으로 식이섬유의 함량이 가장 낮은 제품으로 확인되었다. 또한, G6, G3 소스 제품에서는 4.11-4.47 g/100 g으로 11종 소스 제품 중 가장 높은 식이섬유 함량을 나타내었다. 선행연구에서 양념에 사용된 채소류인 마늘, 고추류, 대파류 등의 식이섬유 함량을 비교한 결과, 고추류와 마늘이 불용성 식이섬유 함량이 높은 채소류로 확인되었다(Kye, 2014). 따라서 고추장과 고춧가루 및 마늘의 배합비율에 따라 소스류의 식이섬유 함량에 기인하였을 것으로 사료된다.

3.3. 유기당 함량 비교

시판 떡볶이 소스 제품의 유리당 함량 분석결과는 Table 4와 같다. 시판 떡볶이 소스 11종에서 확인된 분석 대상 유리당의 총합량은 13.45-32.87 g/100 g 함량 범위로, G2

Table 3. The content of total dietary fiber of 11 *tteokbokki* sauce products

Sample	Total dietary fiber (g/100 g)	Sample	Total dietary fiber (g/100 g)
G1	3.40±0.09 ^c	G7	1.62±0.09 ^f
G2	2.15±0.13 ^e	G8	0.91±0.07 ^h
G3	4.11±0.11 ^b	C1	1.02±0.06 ^h
G4	2.91±0.12 ^d	C2	1.27±0.08 ^g
G5	1.58±0.03 ^f	S1	0.64±0.04 ⁱ
G6	4.47±0.08 ^a		

Legends for the sample are in Table 1.

Mean±SD, ^{a-i}Means with different superscripts in the same column are significantly different at p<0.05 signification level by Duncun's multiple range test.

Table 4. Free sugar contents of 11 *tteokbokki* sauce products

Sample	Average contents of free sugar (g/100 g)					
	Fructose	Glucose	Sucrose	Maltose	Lactose	Total
G1	1.96±0.02 ^g	3.35±0.08 ^f	15.01±0.10 ^a	8.73±0.11 ^b	ND ^{1)c}	29.06±0.18 ^b
G2	2.49±0.04 ^f	4.25±0.11 ^e	14.09±0.16 ^b	12.04±0.19 ^a	ND ^c	32.87±0.46 ^a
G3	2.88±0.33 ^e	3.37±0.08 ^f	10.60±0.19 ^e	2.72±0.25 ^e	ND ^c	19.56±0.16 ^f
G4	1.17±0.03 ⁱ	5.49±0.18 ^d	11.68±0.32 ^d	3.76±0.09 ^d	ND ^c	22.10±0.49 ^e
G5	7.99±0.05 ^b	9.48±0.27 ^a	6.83±0.30 ^h	2.83±0.12 ^e	ND ^c	27.13±0.39 ^c
G6	4.40±0.03 ^d	5.95±0.34 ^c	8.84±0.06 ^g	5.31±0.04 ^c	ND ^c	24.50±0.33 ^d
G7	8.44±0.38 ^a	7.91±0.43 ^b	10.39±0.59 ^{ef}	2.05±0.07 ^g	ND ^c	28.79±1.43 ^b
G8	8.13±0.02 ^b	8.22±0.17 ^b	10.03±0.19 ^f	2.42±0.03 ^f	ND ^c	28.80±0.32 ^b
C1	5.30±0.14 ^c	3.61±0.11 ^f	6.37±0.24 ^h	ND ^j	4.18±0.10 ^a	19.46±0.40 ^f
C2	0.58±0.03 ^j	2.15±0.13 ^g	13.44±0.32 ^c	0.95±0.11 ^h	3.16±0.12 ^b	20.29±0.66 ^f
S1	1.56±0.09 ^h	1.51±0.09 ^h	10.39±0.06 ^{ef}	ND ^j	ND ^c	13.45±0.14 ^g

Legends for the sample are in Table 1.

¹⁾Not detected.

Mean±SD, ^{a-j}Means with different superscripts in the same column are significantly different at $p<0.05$ signification level by Duncan's multiple range test.

> G1 > G8 > G7 > G5 > G6 > G4 > C2 > G3 > C1 > S1 소스 제품순으로 당이 많이 포함된 것으로 나타났다. 특히 G3, C1, C2, S1 소스 제품은 13.45-20.29 g/100 g 범위로 크림류나 간장 베이스 떡볶이 소스를 포함하며, 상대적으로 유리당 함량이 낮은 경향을 보였다.

소스류 11종 중 영양성분 표시 제품은 8종으로 확인하였고, 이는 제품에 표시된 당류 함량(18.67-30.71 g/100 g) 대비 실제 분석결과가 93.73-110.50%임을 확인하였다 (data not shown). 일반적으로 영양성분 의무표시 대상 식품일 경우, '식품 등의 표시기준'에 따르면 당류는 영양성분 표시량과 실제 측정값의 허용 오차 범위는 표시량의 120% 미만이어야 한다(MFDS, 2022c). 이러한 기준을 참고하여 볼 때 영양성분이 표시되어 있는 시판 떡볶이 소스류 8종은 당 함량 대비 120% 미만으로 나타나 허용오차 범위를 준수하고 있다고 판단된다. 또한, 식품의약품안전처는 국민의 건강한 식생활 지원 및 당류 저감 정책을 2016년부터 추진하고 있으며(MFDS, 2016), 당류 함량이 높거나 섭취 빈도·섭취량이 소스류를 포함한 많은 가공식품을 대상으로 영양성분 표시를 업체 매출액에 따라 2022년부터 2026년까지 단계적으로 확대 추진 중에 있다(MFDS, 2021).

시판 소스에서 단당류 2종(fructose, glucose)과 이당류 3종(sucrose, maltose, lactose)이 검출되었고, 11종의 시료 모두에서 fructose, glucose, sucrose가 공통적으로 확인되었다. 총당류 중 G5 소스 제품을 제외한 10종의 소스에서 sucrose 함량은 평균 11.08 g/100 g으로 가장 많이 검출되었고, 이는 떡볶이 소스 제조 시 사용된 감미료에서 유래시킨 것으로 보고되고 있다(Choi 등, 2020). 반면에 G5 소스 제품에서는 특이적으로 glucose가 9.48 g/100 g으로 함량이 높게 나타났다. Maltose는 G2 소스 제품에서 12.04 g/100 g으로 가장 많이 검출되었고, 크림류나 간장 베이스 소스를 사용한 C1, C2, S1 소스 제품에서는 검출되지 않거나, 1%(w/w) 미만(0.95 g/100 g)으로 확인되었다. 이 결과는 떡볶이 소스의 특성상 기본 재료에 고추장이 함유되고, 고추장에 많이 함유된 것으로 알려진 이당류인 maltose의 함량이 높다는 기존의 연구결과(Kim과 Park, 2010)와 일치하였다. Lactose는 C1(4.18 g/100 g), C2(3.16 g/100 g) 소스 제품에서 검출되었고, 다른 소스 제품에서는 검출되지 않았다. 이는 크림류 제품에 사용된 식물성 크림이 기인하는 것으로 사료된다. Sucrose와 maltose의 함량이 상대적으로 높은 G1, G2, G3, G4, G6

소스 제품에서는 원재료로 대부분 설탕과 물엿이 사용됨을 확인하였고, 다른 소스에 비해 fructose, glucose의 함량이 높게 나타난 G5, G7, G8 소스 제품은 전화당에서 기인한 것으로 사료되었다(Kum 등, 2014).

한편, Jeong 등(2015)의 다양한 레토르트 제품군(소스류, 카레류, 짜장류, 고기류)을 대상으로 당 함량을 분석한 결과, 떡볶이 소스 제품의 경우 유리당 함량이 23.79 g/100 g으로 확인되어 본 연구에서 분석한 시판 떡볶이 소스 제품의 유리당 함량과 유사한 결과를 얻었다.

3.4. 총플라보노이드 및 총폴리페놀 함량 비교

총플라보노이드 및 폴리페놀 함량 분석결과는 Table 5와 같다. 총플라보노이드 함량 분석결과는, G3 소스 제품이 0.36±0.00 mg RE/g으로 가장 높았고, S1 소스 제품이 0.12±0.00 mg RE/g으로 가장 낮아 0.12-0.36 mg RE/g 범위로 확인되었다. 총폴리페놀 함량은, G3 소스 제품이 1.82±0.06 mg GAE/g으로 가장 높았으며, C2 소스 제품이 1.14±0.15 mg GAE/g으로 가장 낮아 1.14-1.82 mg GAE/g 범위로 확인되었다. 시판 고추장의 항산화 활

Table 5. Total flavonoid and phenol contents of 11 *tteokbokki* sauce products

Sample	Total flavonoid content (mg RE ¹⁾ /g)	Total phenol content (mg GAE ²⁾ /g)
G1	0.21±0.02 ^d	1.74±0.06 ^{ab}
G2	0.17±0.00 ^e	1.60±0.1 ^{bc}
G3	0.36±0.00 ^g	1.82±0.06 ^g
G4	0.28±0.01 ^c	1.77±0.08 ^{ab}
G5	0.16±0.01 ^{ef}	1.57±0.11 ^{bc}
G6	0.30±0.01 ^b	1.81±0.05 ^a
G7	0.15±0.02 ^{ef}	1.50±0.14 ^c
G8	0.13±0.00 ^{gh}	1.37±0.15 ^d
C1	0.14±0.01 ^{fg}	1.17±0.16 ^d
C2	0.19±0.00 ^d	1.14±0.15 ^d
S1	0.12±0.00 ^h	1.19±0.13 ^d

Legends for the sample are in Table 1.

¹⁾Rutin equivalent content.

²⁾Gallic acid equivalent content.

Mean±SD. ^{a-h}Means with different superscripts are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

성에 대한 연구(Byeon과 Choi, 2018)에서는 고추장의 총 플라보노이드와 폴리페놀 함량은 각각 0.51-1.10 mg RE/g, 1.95-3.42 mg GAE/g이라고 보고했으며, 시판 떡볶이 소스 11종과 비교했을 때 총플라보노이드와 폴리페놀 함량이 적은 것으로 나타났다. 식물유래 항산화제인 폴리페놀은 한 개 이상의 수산기를 가지고 있는 물질로 단백질과 효소, DNA 및 세포막 등의 활성산소에 의한 손상을 예방하는 중요한 항산화 물질이다(Tsao, 2010). 따라서 고추, 대두유, 마늘, 양파 등 식물 유래 원재료의 함량 비율이 소스의 항산화 기능성에 기인하는 것으로 사료된다.

3.5. 항산화 활성 비교

시판 떡볶이 11종을 대상으로 진행한 DPPH 및 ABTS radical 소거활성 결과는 Fig. 1과 같다. DPPH radical 소거활성 결과는 32.98-87.41%의 범위로 G3 소스 제품이 87.41%로 가장 높았고, C2 소스 제품이 32.98%로 가장 낮았다. ABTS 소거활성 결과는 18.45-74.72%의 범위로 G3 소스 제품이 74.72%로 가장 높았고, S1 제품이 18.45%로 가장 낮았다. 고추에는 ascorbic acid를 비롯하여 vitamin A의 전구체인 carotenoids 등 유용성분이 함유되어 있어 항산화 효과를 보이는 것으로 보고되고 있다(Howard 등, 1994; Kim 등, 2007). 따라서 떡볶이 소스의 주재료인 고추 및 고추장의 함량의 차이로 인해 DPPH 및 ABTS radical 소거활성의 차이가 나타난다고 판단되며, 각 시판 소스 제품의 함유된 재료의 기질 반응 결합 정도가 상이하야 DPPH radical 소거 활성 및 ABTS radical 소거활성 결과의 경향이 다른 것으로 사료된다.

시판 떡볶이 11종을 대상으로 총플라보노이드와 폴리페놀의 함량, 총폴리페놀 함량과 DPPH radical 소거활성 그리고 ABTS radical 소거활성 간의 상관관계 분석의 결과는 Table 6과 같이, DPPH radical 소거활성과 총폴리페놀 함량 사이의 상관다시관계를 제외하고 상당히 높은 양(+)의 상관성(r=0.757-0.918, p<0.01)을 나타내었다. 따라서 상관관계 분석결과로 볼 때, 총플라보노이드가 DPPH 및 ABTS radical 소거활성과 양의 상관관계가 높아 (r=0.9 이상) 항산화 활성의 원인 물질로 가능성이 있다고 판단된다.

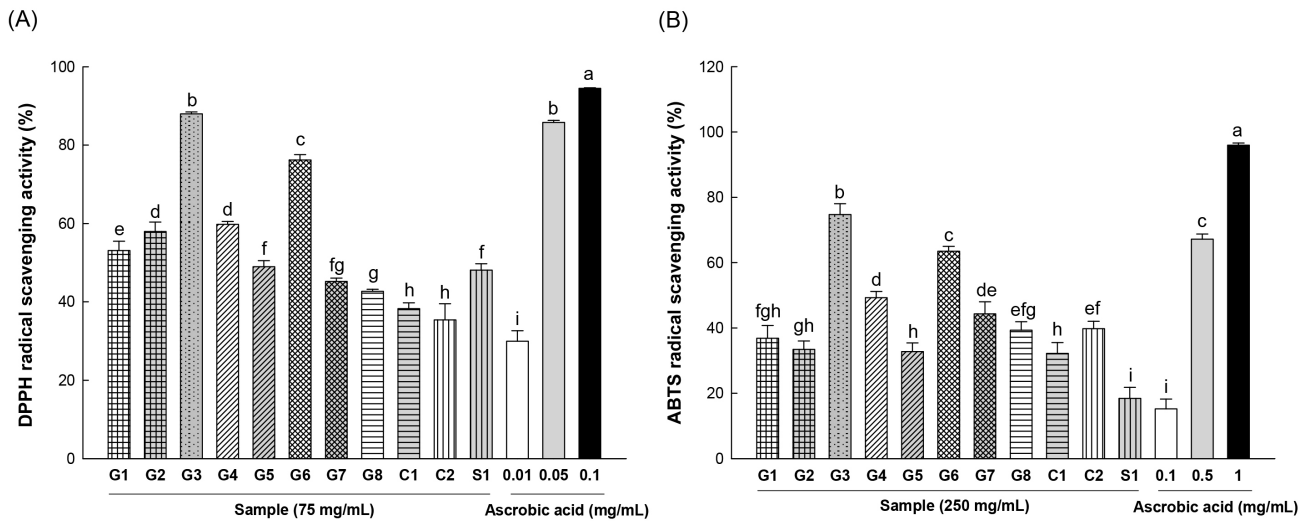


Fig. 1. DPPH (A) and ABTS (B) radical scavenging activities (%) of 11 *tteokbokki* sauce products. Results are presented as the mean±SD of triplicates. In each sample, ^{a-i}different letters on the bars are significantly different at p<0.05 by Duncan’s multiple range test.

Table 6. Correlation coefficients between total phenol and flavonoid contents, DPPH and ABTS radical scavenging activities of 11 *tteokbokki* sauce products

	TPC ¹⁾	TFC ²⁾	DPPH RSC ³⁾	ABTS RSC ⁴⁾
TPC	1			
TFC	0.760**	1		
DPPH RSC	0.651*	0.918**	1	
ABTS RSC	0.757**	0.906**	0.887**	1

¹⁾Total phenol content.

²⁾Total flavonoid content.

³⁾DPPH radical scavenging activity.

⁴⁾ABTS radical scavenging activity.

Significantly different at *p<0.05, **p<0.01.

4. 요약

본 연구는 국내 시중에서 판매되는 떡볶이 소스 제품을 대상으로 하여 이화학적 특성으로 가용성 고형분, 식염, pH, 색도, 수분, 점도와 식이섬유, 유리당을 분석하였으며, 항산화 활성 분석으로 총플라보노이드 및 폴리페놀 함량, DPPH 및 ABTS radical 소거 활성을 측정하여 소스류의 기초 자료를 제공하고자 하였다. 이화학적 특성 중 가용성 고형분은 34.60-59.40 °Brix, 식염은 2.89-5.77%, pH는 4.62-5.83의 범위로 측정되었고, 색도값의 L값은 24.62-43.08, a값은 4.32-22.49, b값은 1.67-19.88로 측정되었

다. 또한, 수분 함량은 27.73-53.20%, 점도는 373.57-7,246.33 cP, 식이섬유 함량은 0.64-4.47 g/100 g의 범위를 나타냈으며, 유리당 함량은 13.45-32.87 g/100 g으로 소스에 공통적으로 함유된 유리당은 fructose, glucose, sucrose로 sucrose(11.08 g/100 g)가 가장 많은 것으로 확인되었다. 항산화 활성 측정결과를 통하여 총플라보노이드 및 폴리페놀 함량과 DPPH radical 소거활성, ABTS radical 소거활성 간의 상관관계 분석의 결과는 모두 높은 양(+)의 상관성(r=0.651-0.918, p<0.05)을 나타내었다. 이상의 결과로 볼 때, 본 연구에서 분석한 이화학적 특성 및 항산화 활성 분석 자료는 시판 떡볶이 소스에 대한 기초

자료로서 활용가치가 있다고 판단된다.

Acknowledgements

본 연구는 중소벤처기업부와 중소기업기술정보진흥원의 “지역특화산업육성+(R&D, S3272010)”사업의 지원을 받아 수행된 연구결과입니다.

Conflict of interests

The authors declare no potential conflicts of interest.

Author contributions

Conceptualization: Jung SM. Data curation: Choi SI. Formal analysis: Han X, Lee SJ, Kwon MH, Song YR. Methodology: Men X. Validation: Lim JS, Cho G. Writing - original draft: Oh G, Jung SM. Writing - review & editing: Lee OH, Ra MJ.

Ethics approval

This article does not require IRB/IACUC approval because there are no human and animal participants.

ORCID

Geon Oh (First author)

<https://orcid.org/0000-0003-2808-5467>

June Seok Lim

<https://orcid.org/0000-0002-3137-5767>

Geun-hee Cho

<https://orcid.org/0000-0001-6232-1342>

Sun-Il Choi

<https://orcid.org/0000-0001-7400-6286>

Xionggao Han

<https://orcid.org/0000-0002-5057-7401>

Xiao Men

<https://orcid.org/0000-0003-1101-5796>

Se-Jeong Lee

<https://orcid.org/0000-0001-8738-7559>

Sang Mi Jung

<https://orcid.org/0000-0002-5662-706X>

Min Hee Kwon

<https://orcid.org/0000-0003-3307-8608>

Yeong Rae Song

<https://orcid.org/0000-0001-7980-3815>

Ok-Hwan Lee

<https://orcid.org/0000-0001-6855-3136>

Moon Jin Ra (Corresponding author)

<https://orcid.org/0000-0001-8148-2037>

References

- Ahn GJ. Quality characteristics of *sulgidduk* prepared with amount of purple sweet-potato powder. *Culi Sci & Hos Res*, 16, 127-136 (2010)
- Ahn JW. Properties of rice cakes for *topokki* with curry powder. *Korean J Food Cook Sci*, 25, 467-473 (2009)
- AOAC. Official Methods of Analysis. 16th ed, Association of Official Analytical Chemists, Washington DC, USA, p 69-74 (1995)
- Blois MS. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature*, 181, 1199-1200 (1958)
- Byeon JY, Choi IS. Comparison of physicochemical characteristics and antioxidant activities in commercial gochujang products. *Korean J Human Ecology*, 27, 223-232 (2018)
- Cheon HS, Cho WI, Lee SJ, Chung MS, Choi JB. Acidic and steaming treatments of *tteokbokki* rice cake to improve its microbial and textural properties. *Korean J Food Sci Technol*, 49, 502-506 (2017)
- Choi JY, Kim J, Kim J, Jeong S, Moon KD. Evaluation of the storage quality characteristics of ‘*Tteokbokki*’ sauce in the presence of preservatives and following heat sterilization. *Korean J Food Preserv*, 27, 271-280 (2020)
- Choi SK, Cha JH, Park KH. Quality characteristics of *bechamel* sauce with different ratios of soy milk to milk. *J East Asian Soc Dietary Life*, 23, 61-68 (2013)

- Choi SK, Shin KE, Lee MS, Kim SH, Choi EH. A study on the quality characteristics and utilization of *jujube gochujang*. *Culi Sci & Hos Res*, 16, 264-276 (2010)
- Choi Y, Oh JH, Bae IY, Cho EK, Kwon DJ, Park HW, Yoon S. Changes in quality characteristics of seasoned soy sauce treated with superheated steam and high hydrostatic pressure during cold storage. *Korean J Food Cook Sci*, 29, 387-398 (2013)
- Duval B, Shetty K. The stimulation of phenolics and antioxidant activity in pea (*Pisum sativum*) elicited by genetically transformed anise root extract. *J Food Biochem*, 25, 361-377 (2007)
- Heu MS, Kang KT, Kim HS, Yeum DM, Lee TG, Park TB, Kim JS. Preparation and characteristics of functional sauce from shrimp byproducts. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 36, 209-215 (2007)
- Hong SP, Kim EM, Jo GH. Preparation of *gochujang* sauce and its characteristics. *J Korean Soc Food Cult*, 19, 239-249 (2004)
- Howard LR, Smith RT, Wagner AB, Villalon B, Burns EE. Provitamin A and ascorbic acid content of fresh pepper cultivars (*Capsicum annuum*) and processed jalapenos. *J Food Sci*, 59, 362-365 (1994)
- Hwang SJ, Kim JW. Effects of roots powder of bal-loon flowers on general composition and quality characteristics of *sulgidduk*. *J Korean Soc Food Cult*, 22, 77-82 (2007)
- James P. Sauces. 2nd ed, John Wiley and Sons, Inc., New York, USA, 1-17 (1997)
- Jang MR, Kim IY, Hong MS, Shin JM, Han KY. Quality evaluation of commercial salted and fermented fish sauces. *Korean J Food Sci Technol*, 36, 423-431 (2004)
- Jeong DU, Im J, Kim CH, Kim YK, Park YJ, Jeong YH, Om AS. Sugar contents analysis of retort foods. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 44, 1666-1671 (2015)
- Jo IS, Park KO. Quality characteristics of red pepper paste sauce added with bitter melon (*Momordica charantia* L.) powder. *Culi Sci & Hos Res*, 24, 143-149 (2018)
- Jo KR. Quality characteristics of *seolgiddeok* added with broccoli (*Brassica oleracea* var. *italica* Plen.) powder. *Korean J Food & Nutr*, 22, 229-237 (2009)
- Jun HI, Oh BM, Oh H, Jeong DY, Kim YS, Song GS. Quality characteristics and shelf-life establishment of *tteokbokki tteok* added with *sikhye* fermented by lactic acid bacteria. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 49, 883-892 (2020)
- Jung H, Yoon YB, Yu CR, Park HW. Effect of acid soaking and thermal sterilization on the shape and quality characteristics of *tteokbokki* rice cake. *Korean J Food & Nutr*, 31, 737-750 (2018)
- Kang HJ, Kum JS, Jung JH, Lim JK. Effect of number of extrusions on *topokkidduk* quality. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 40, 1612-1616 (2011)
- Kenneth TF. Spices, Condiments and Seasonings. Chapman and Hall, New York, USA, p 289-389 (1990)
- Kim HA, Choi SK, Kim KB. Sensory characteristics of Korea soy *topokki* sauce added with different Chinese sauce. *Food Serv Ind J*, 6, 43-61 (2010)
- Kim HD. A study on quality characteristics of medicinal demi-glaze sauce with added *omija*. *Culi Sci & Hos Res*, 12, 119-133 (2006)
- Kim HS, Lyu ES. Optimization of *sulgidduk* with green laver powder using a response surface methodology. *Korean J Food Cook Sci*, 26, 54-61 (2010)
- Kim JH. Quality characteristics of tomato sauce added with rosemary by different storage periods. *Culi Sci & Hos Res*, 19, 116-129 (2013)
- Kim KB, Kim HA, Choi SK. Sensory characteristics of soybean paste (doenjang) *tteokbokki* sauce with chine sauce. *Food Service Ind J*, 7, 43-59 (2011)
- Kim KS, Park JB, Kim S. Quality characteristics of *kochujang* prepared with Korean single-

- harvested pepper (*Capsicum annuum* L.). J Korean Soc Food Sci Nutr, 36, 759-765 (2007)
- Kim MS, Park JD, Lee HY, Park SS, Kum JS. Changes in the quality characteristics of *topokkidduk* prepared with garlic powder. J Korean Soc Food Sci Nutr, 41, 982-987 (2012)
- Kim YS, Park GS. Quality characteristics of *gochujang* sauce with concentrated *Salicornia herbacea* L. extracts. J East Asian Soc Dietary Life, 20, 939-946 (2010)
- Korea Agro-Fisheries & Food Trade Corporation. The Current State of the Processed Food in Subdivision Market-Sauce (Publication Number 11-1543000-003714-01). Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs and Korea Agro-Fisheries & Food Trade Corporation (2021)
- Kum JY, Hong MS, Jang MR, Choi BC, Lee KA, Kim IY, Kim JH, Chae YZ. A study on contents of sugars and sugar alcohols in processed foods met to children's taste. J Fd Hyg Safety, 29, 241-247 (2014)
- Kwon DJ, Kim YJ, Lee S, Yoo JY. Technical development of hot sauce with red pepper. Korean J Food Sci Technol, 30, 391-396 (1998)
- Kye SK. Studies on composition of dietary fiber in vegetables. J East Asian Soc Dietary Life, 24, 28-41 (2014)
- Lee JH. Study on the quality characteristics of green rice *garaedduk*. Ph D Thesis, Sejong University, Korea, p 30-38 (2008)
- Lee KO, Kim KB. Quality characteristics of instant *gochujang* added with red pepper seeds powder. Culi Sci & Hos Res, 24, 15-24 (2018)
- Lee S, Yoo SM, Park BR, Han HM, Kim HY. Analysis of quality state for *gochujang* produced by regional rural families. J Korean Soc Food Sci Nutr, 43, 1088-1094 (2014)
- Lee SH, Jeong EJ, Jung TS, Park LY. Antioxidant activities of seasoning sauces prepared with *Geranium thunbergii* Sieb. et Zucc. and *Crataegi fructus* and the quality changes of seasoned pork during storage. Korean J Food Sci Technol, 41, 57-63 (2009a)
- Lee SH, Kang KM, Park HJ, Baek LM. Physiological characteristics of medicinal plant extracts for use as functional materials in seasoning sauce for pork meat. Korean J Food Sci Technol, 41, 100-105 (2009b)
- Lee SR. Fermented Foods in Korea. Ewha Womans University Press, Seoul, Korea, p 54-60 (1986)
- Lee SW. The historical review of traditional Korea fermented foods. J Korean Soc Food Cult, 3, 331-339 (1988)
- MFDS. The food code. Available from: https://food.safetykorea.go.kr/foodcode/01_03.jsp?idx=33. Accessed Jun. 30, 2022a.
- MFDS. The food code. Available from: https://food.safetykorea.go.kr/foodcode/01_03.jsp?idx=11017. Accessed Jun. 30, 2022b.
- MFDS. Act on labeling and advertising of foods. Available from: <https://www.mfds.go.kr>. Accessed Sep. 6, 2022c.
- MFDS. Enforcement rule of the act on labeling and advertising of foods. Available from: <https://www.mfds.go.kr>. Accessed Aug. 24, 2021.
- MFDS. First Sugar Reduction Comprehensive Plan Briefing. Ministry of Food and Drug Safety, Cheongju, Korea (2016)
- Moreno MI, Isla MI, Sampietro AR, Vattuone MA. Comparison of the free radical-scavenging activity of propolis from several regions of Argentina. J Ethnopharmacol, 71, 109-114 (2000)
- Ra HN, Cho YS, Hwang Y, Jang HW, Kim KM. Effect of acidulant treatment on the quality and storage period of *topokkidduck*. J Korean Soc Food Cult, 35, 613-618 (2020)
- Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice-evans C. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. Free Radic Biol Med, 26, 1231-1237 (1999)
- Seo BC. The Korean traditional fermented soybean food industry for globalization. Food Indust

- Nutri, 6, 28-33 (2001)
- Shin DS, Kim HY, Hong HC, Oh SG, Yoo SM. The effects on the quality of *tteokbokki tteok* by different types cultivars of rice. Korean J Food Cook Sci, 30, 271-277 (2014)
- Sung KH, Ko SH. A study development of *ell teriyaki* sauce with added pomegranate concentrate. J East Asian Soc Dietary Life, 20, 439-444 (2010)
- Tsao R. Chemistry and biochemistry of dietary polyphenols. Nutrients, 2, 1231-1246 (2010)
- Yeon S, Oh K, Kweon S, Hyun T. Development of a dietary fiber composition table and intakes of dietary fiber in Korea national health and nutrition examination survey (KNHANES). Korean J Community Nutr, 21, 293-300 (2016)
- Yim SB, Kim CR, Jeon HL, Kim HD, Lee SW, Kim MR. Quality characteristics of salad dressing prepared with mulberry, *Schisandra chinensis* and *Discorea* powder. J East Asian Soc Dietary Life, 22, 613-623 (2012)