

ARTICLE

라즈베리와 표고버섯 분말을 첨가한 소고기 떡갈비의 항산화 활성

강규민¹ · 김학연² · 김유진¹ · 신동현¹ · 유석호¹ · 윤지원¹ · 이필립¹ · 장민석¹ · 김동욱^{3*}

¹자원과학연구소, ²공주대학교 동물자원학과, ³국립한국농수산대학 가금학과

Antioxidant Activity of Beef Tteokgalbi Added with Raspberry and Shiitake Mushroom Powder

Kyu-Min Kang¹, Hack-Youn Kim², Yu-Jin Kim¹, Dong-Hyun Shin¹, Seok-Ho Yu¹, Ji-Won Yoon¹, Pil-Lip Lee¹, Min-Seock Jang¹, Dong-Wook Kim^{3*}

¹Resource Science Research Institute, Chungnam 32439, Korea

²Department of Animal Resources Science, Kongju National University, Chungnam 32439, Korea

³Department of Poultry Science, Korea National College of Agriculture and Fisheries, Wanju 55365, Korea

Received: November 17, 2020

Revised: December 2, 2020

Accepted: December 7, 2020

*Corresponding author :

Dong-Wook Kim

Department of Poultry Science, Korea

National College of Agriculture and

Fisheries, Wanju 55365, Korea

Tel : +82-63-238-7450

E-mail : kims2051@korea.kr

Copyright © 2020 Resources Science Research Institute, Kongju National University. 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.

ORCID

Kyu-Min Kang

<https://orcid.org/0000-0002-4904-1976>

Hack-Youn Kim

<https://orcid.org/0000-0001-5303-4595>

Yu-Jin Kim

<https://orcid.org/0000-0003-4478-2756>

Dong-Hyun Shin

<https://orcid.org/0000-0002-1268-1849>

Seok-Ho Yu

<https://orcid.org/0000-0003-1471-5499>

Ji-Won Yoon

<https://orcid.org/0000-0002-4251-9551>

Pil-Lip Lee

<https://orcid.org/0000-0003-0633-7758>

Min-Seock Jang

<https://orcid.org/0000-0003-4192-4819>

Dong-Wook Kim

<https://orcid.org/0000-0003-2647-2690>

Abstract

The aim of this study was to investigate the quality properties (cooking yield, color, and sensory evaluation) and antioxidant activity (total polyphenol contents, total flavonoid contents, DPPH free radical scavenging activity, and ferric acid reducing antioxidant power) of tteokgalbi formulated with various levels of raspberry and shiitake mushroom powder. Cooking yield significantly increased with increasing raspberry and shiitake mushroom powder ($p<0.05$). After cooked lightness and redness of RL3 were significantly higher than control ($p<0.05$). In sensory evaluation, RL2 received high praise in color, texture, overall acceptability than control. Total polyphenol and flavonoid contents of RL2 and RL3 were significantly higher than control ($p<0.05$). DPPH free radical scavenging activity of raspberry and shiitake mushroom powder treated samples were significantly higher than control ($p<0.05$). Ferric acid reducing antioxidant power significantly increased with increasing raspberry and shiitake mushroom powder ($p<0.05$). Thus, these results were shown RL2 sample is suitable for manufacturing tteokgalbi.

Keywords

Raspberry, Shiitake mushroom, Tteokgalbi, Beef, Antioxidant activity

1. 서론

최근 소비자들의 식습관의 변화로 인해 외식보다는 자택에서 직접 조리하거나 밀키트 (meal kit)와 같은 가정간편식 (home meal replacement) 형태의 식품을 구매해서 섭취하는 소비자들이 늘어났다 (Mun *et al.*, 2020). 또한 기대 수명의 증가로 인해 질병의 치료보다는 예방으로 트렌드가 변화하면서 면역과 건강에 대한 관심이 증가하여 건강 기능성 식품을 구매하는 소비자들이 증가하여 건강기능성 식품 규모가 확대되고 다양해졌다 (Hwang, 2020; Kang *et al.*, 2020). 그에 따라 비타민, 탄닌, 생체활성 지질, 폴리페놀, 플라보노이드 등이 시장을 점유하고 있고, 육가공품 또한 이에 맞춰 개발되어야 한다 (Galanakis *et al.*, 2020).

폴리페놀과 플라보노이드를 풍부하게 함유하고 있는 라즈베리 (*Rubus idaeus*)는 대표적인 항산화 활성 식품이며, 유럽에서 가장 인기 있는 과일이다 (Hallmann *et al.*, 2020). 라즈베리가 함유한 폴리페놀 중 프로안토시아니딘 (proanthocyanidin), 엘라기타닌 (ellagitannins), 안토시아닌 (anthocyanin)이 주를 이루며, 그 중 안토시아닌은 산화적 스트레스와 염증반응을 억제하는 플라보노이드계열이다 (Martinsen *et al.*, 2020). 또한 페놀릭산 및 타닌 (tannin)과 같은 페놀화합물이 약 50여개와 비타민, 섬유질, 미네랄 등이 풍부하게 함유되어 있어 항산화, 항암, 항염증, 심혈관계 질환 예방 등에 효과적이다 (Noratto *et al.*, 2017).

아시아에서 건강 기능성 식품으로 인식되어 있는 표고버섯 (*Lentinus edodes*) 또한 항산화 활성 능력이 있는 것으로 알려져 있다 (Li *et al.*, 2007). 표고버섯에는 체내에서 비타민 D로 합성되어 칼슘의 흡수율을 높여주는 에르고스테롤 (ergosterol)을 함유하고 있는데, 이는 야외에서 햇빛을 통해 비타민 D를 흡수하기 어려운 현 사회적 환경변화에 필수적인 성분이다 (Hu *et al.*, 2020). 그리고 혈액 중 콜레스테롤을 제거하고 혈압을 낮춰 성인병을 예방하는 에리타데닌 (eritadenine), 면역기능을 강화시켜주는 레티난 (letinan), 항산화 효과가 있는 리보플라빈 (riboflavin)이 함유되어 있다 (Ahn *et al.*, 2003; Im *et al.*, 2018).

따라서 본 연구는 건강기능성 식품의 성장에 맞춰, 라즈베리와 표고버섯을 떡갈비에 첨가하여 항산화 활성 분석을 통해 기능성을 규명하고, 관능적 특성을 평가해 건강 기능성 육가공품을 개발하고자 한다.

II. 재료 및 방법

소고기 떡갈비 제조

본 실험에 사용된 한우 우둔 부위 (Ihomemeat, Korea), 라즈베리 분말 (Momcooking, Korea), 표고버섯 분말 (Incha, Korea)는 지역 유통점에서 구매하여 사용하였다. 원료육은 지방과 결체조직을 제거하여 3 mm plate를 장착한 grinder (PA-82, Mainca, Spain)를 사용하여 분쇄하였다. 분쇄한 원료육 (100%)을 기준으로 NPS (0.8%), 간장 (1%), 설탕 (3%), 물엿 (3%), 인산염 (0.1%), 후추 (0.15%), ISP (0.5%), 참기름 (1%), 양파 분말 (2%), 마늘 분말 (1%)을 함께 혼합하여 떡갈비 유회물을 제조하였다. 제조한 유회물에 라즈베리 분말과 표고버섯 분말을 첨가하여 대조구 (라즈베리 0%, 표고버섯 0%), RL1 (라즈베리 0.5%, 표고버섯 0.5%), RL2 (라즈베리 1%, 표고버섯 1%), RL3 (라즈베리 1.5%, 표고버섯 1.5%)로 구분하였다. 제조한 떡갈비는 80°C chamber (10.10ESI/SK, Alto Shaam, USA)에서 30분 가열 후 4°C에서 냉각 및 보관하여 실험에 사용하였다.

가열수율 측정

가열수율은 측정된 가열 전 무게와 가열 후 무게로 계산하여 %로 산출하였다.

$$\text{가열수율}(\%) = \frac{\text{가열 후 무게 (g)}}{\text{가열 전 무게 (g)}} \times 100$$

색도 측정

제조된 떡갈비의 표면을 colorimeter (CR-10, Minolta, Japan)를 이용하여 명도 (lightness)를 나타내는 CIE L* 값과 적색도 (redness)를 나타내는 CIE a* 값, 황색도 (yellowness)를 나타내는 CIE b* 값을 측정하였다. 이때의 표준색은 CIE L* 값은 +97.83, CIE a* 값이 -0.43, CIE b* 값이 +1.98인 백색 표준판을 사용하였다.

관능평가

관능적 품질평가는 시료에 대한 지시, 용어, 평가기준 등이 숙달된 10명의 패널요원을 선발하여 실시하였다. 관능평가는 각 처리구에 따라 제조된 떡갈비를 2×2×2 cm³ (가로×세로×높이)로 절단하고, 색, 풍미, 조직감, 다즙성, 이미·이취, 전체적인 기호도에 대하여 각각 1점 (매우 열악함)에서 5점 (매우 좋음)까지의 범위에서 평가하고, 그 평균치를 구하여 비교하였다.

항산화 활성 측정을 위한 시료 추출

항산화 활성을 측정을 위해 시료 3 g과 증류수 15 mL를 혼합하여 ultra turrax (HMZ-20DN, Pooglim Tech, Korea)로 20초 동안 7,000 rpm에서 균질하여 원심분리기 (Supra R22, Korea)로 10분 동안 4℃, 3,000×g에서 원심분리하였다. 원심분리한 추출물은 filter paper (Whatman No. 1, GE Healthcare, USA)로 여과하여 상등액을 실험에 사용하였다.

Total Polyphenol Contents (TPC) 측정

총 페놀 함량은 Folin-Ciocalteu 방법 (Singleton and Rossi, 1965)을 응용하여 측정하였다. 추출액 40 μL와 2 N Folin-Ciocalteu 용액 80 μL를 혼합하여 3분 동안 반응시킨 후 20% Na₂CO₃를 800 μL를 추가하고 빛을 차단하여 37℃ 암실에서 30분간 반응시켰다. 반응 후 Multi-mode microplate reader (SpectraMax iD3, Molecular Devices, USA)를 사용하여 760 nm에서 흡광도를 측정하였다. Garlic acid를 표준물질로 사용하여 시료와 동일한 방법으로 분석 후 얻은 검량선으로 총 페놀함량을 산출하였다.

Total Flavonoid Contents (TFC) 측정

총 플라보이드 함량은 Woisky와 Salatino (1998)의 방법을 응용하여 측정하였다. 추출액 100 μL에 diethylene glycol 1 mL와 1 N NaOH 100 μL를 혼합한 다음 빛을 차단하여 37℃ 암실에서 1시간 반응시켰다. 반응 후 Multi-mode microplate reader를 사용하여 420 nm에서 흡광도를 측정하였다. Naringin을 표준물질로 사용하여 시료와 동일한 방법으로 분석 후 얻은 검량선으로 총 플라보이드 함량을 산출하였다.

DPPH Free Radical Scavenging Activity 측정

Free radical 소거능은 메탄올에 용해한 0.2 mM 2,2 diphenyl-1 carboxylic acid 1 mL와 추출물 1 mL를 혼합하고, 암실에서 실온으로 30분간 반응시켰다. 이후 Multi-mode microplate reader를 사용하여 517 nm에서 흡광도를 측정하여 다음과 같은 식을 통하여 백분율로 나타내었다.

$$\text{DPPH radical scavenging activity (\%)} = \frac{\text{시료무첨가군의 흡광도} - \text{시료첨가군의 흡광도}}{\text{시료무첨가군의 흡광도}} \times 100$$

Ferric Acid Reducing Antioxidant Power (FRAP) 측정

환원력은 Benzie와 Strain (1996)의 방법을 응용하여 측정하였다. FRAP 시약은 사용하기 전에 0.3 M sodium acetate buffer와 40 mM HCl에 녹인 10 mM TPTZ, 20 mM FeCl₃를 10:1:1의 비율로 섞어 37℃에서 15분 반응시켜 준비하였다. 제조된 FRAP 시약 3 mL와 시료 추출물 1 mL를 혼합하여 빛을 차단한 37℃ 암실에서 15분간 반응시킨 후 Multi-mode microplate reader를 이용하여 593 nm에서 흡광도를 측정하였다.

통계처리

실험의 결과는 최소한 3회 이상의 반복실험을 실시하여 평가되었다. 이후 통계처리 프로그램 SAS (version 9.3 for Window, SAS Institute Inc., USA)를 이용하여 결과를 평균값과 표준편차로 나타내었으며, one way ANOVA, Duncan's multiple range test로 각각의 특성에 대해 유의적인 차이가 있는지를 검증하였다.

III. 결과 및 고찰

가열수율, 색도

Table 1은 라즈베리와 표고버섯 첨가량에 따른 소고기 떡갈비의 가열수율과 색도를 분석한 결과이다. 가열 수율은 RL2와 RL3가 대조구에 비해 유의적으로 높은 값을 나타냈으며 ($p<0.05$), 처리구들 간에는 라즈베리와 표고버섯의 첨가량이 증가할수록 가열수율 또한 유의적으로 증가하는 경향을 보였다 ($p<0.05$). Rosli 등 (2011)의 옥수수 수염 분말을 첨가한 소고기 패티 연구에서도 옥수수 수염 분말의 첨가량이 증가할수록 가열수율 또한 증가했다고 보고하여 본 연구의 결과와 유사하였다. 육제품에서 가열수율은 단백질 매트릭스의 수분을 유지하고, 지방과 결합하는 능력에 의해서 결정되는데 (Younis and Ahmad, 2018), Al-Juhaimi 등 (2018)은 섬유질에 의해 수분 흡수력과 지방 흡수력이 높아져 단백질 매트릭스를 강화해 가열수율에도 영향을 미친다고 보고하여 본 실험에서도 첨가된 라즈베리와 표고버섯 분말의 섬유질에 의해 가열수율이 증진된 것이라고 판단된다.

명도는 가열 전에는 대조구가 RL3보다 유의적으로 높은 값을 나타냈지만 ($p<0.05$), 가열 후에는 처리구들이 대조구보다 유의적으로 높은 값을 보였다 ($p<0.05$). Park 등 (2006)은 표고버섯을 추출할 때 높은 온도일수록 명도가 높아지며, 80℃에서는 추출물의 명도가 85.34까지 높아진다고 보고하여 본 연구에서도 표고버섯 분말을 첨가한 처리구들이 80℃에서 가열되어 명도가 증가한 것으로 판단된다. 적색도는 가열 전과 후 모두 RL3가 대조구에 비해 유의적으로 높은 값을 나타내었다 ($p<0.05$). 이는 첨가된 라즈베리 분말이 동결건조 방법을 사용하여 제조되어 적색도가 33.20으로 높은 수치를 나타내며, 가열에 의한 Maillard 반응으로 인해 가열 후 색도에서도 처리구가 높은 값을 보인 것으로 사료된다 (Si *et al.*, 2016). 황색도는 가열 전에는 대조구와 처리구들 간에 차이를 보이지 않았지만,

Table 1. Cooking yield and color of beef tteokgalbi formulated with various levels of raspberry and shiitake mushroom powder

Traits		Control	Treatment			
			RL1	RL2	RL3	
Cooking yield (%)		77.37±0.57 ^c	78.55±0.76 ^c	80.39±0.65 ^b	82.56±0.32 ^a	
	Uncooked	CIE L [*]	35.43±0.44 ^a	34.63±0.78 ^{ab}	34.13±0.58 ^{ab}	33.43±0.27 ^b
		CIE a [*]	15.27±0.54 ^b	15.73±0.23 ^b	16.25±0.25 ^{ab}	17.20±0.32 ^a
CIE b [*]		8.73±0.43	8.90±0.38	8.97±0.37	9.30±0.26	
Color	Cooked	CIE L [*]	41.58±0.50 ^b	42.67±0.47 ^a	43.23±0.62 ^a	44.32±0.49 ^a
		CIE a [*]	4.86±0.14 ^b	5.08±0.13 ^b	5.30±0.13 ^b	7.1±0.31 ^a
		CIE b [*]	6.39±0.29 ^b	6.85±0.22 ^{ab}	7.10±0.31 ^{ab}	7.76±0.32 ^a

All values are mean±SD.

^{a-c} Mean in the same row with different letters are significantly different ($p<0.05$).

Control: raspberry 0%, shiitake mushroom 0%; RL1: raspberry 0.5%, shiitake mushroom 0.5%; RL2: raspberry 1%, shiitake mushroom 1%; RL3: raspberry 1.5%, shiitake mushroom 1.5%.

가열 후에 RL3가 대조구보다 유의적으로 높은 값을 보였다 ($p<0.05$). Mattar 등 (2018)의 표고버섯 분말을 첨가한 햄버거 패티 연구에서도 표고버섯 분말을 첨가할수록 황색도 값이 높아진다고 보고하여 본 연구와 유사한 결과를 나타내었다.

관능평가

라즈베리와 표고버섯 첨가량에 따른 소고기 떡갈비의 관능평가 결과는 Table 2에 나타내었다. 색(color)은 RL2가 대조구에 비해 유의적으로 높은 값을 나타냈다 ($p<0.05$). 조직감(texture)은 RL2와 RL3가 대조구보다 유의적으로 높은 값을 보였으며 ($p<0.05$), 다즙성(juiciness)은 RL3가 대조구보다 유의적으로 높은 값을 나타내었다 ($p<0.05$). 전체적인 기호도(overall acceptability)는 RL2가 대조구와 RL1에 비해 유의적으로 높은 값을 보였다 ($p<0.05$). 이는 라즈베리와 표고버섯 분말 첨가 함량에 기인한 것으로 판단되는데, Liu 등 (2020)은 라즈베리가 해동되면서 당도는 높아지고 쓴맛은 감소하게 된다고 보고하였다. 또한 Chun 등 (2005)은 돈육 패티에 표고버섯 분말을 첨가할수록 다즙성과 조직감 선호도가 증가한다고 보고하여 본 연구에서도 라즈베리와 표고버섯 분말의 첨가가 조직감, 다즙성, 전체적인 기호도에 긍정적인 영향을 미친 것으로 사료된다. RL2가 색, 조직감, 전체적인 기호도에서 가장 높은 평가를 받아 소고기 떡갈비를 제조할 때 라즈베리와 표고버섯을 각각 1%씩 첨가하는 것이 관능적으로 가장 우수한 비율일 것으로 판단된다.

TFC, TPC

폴리페놀은 다양한 식물이 함유하고 있는 2차 대사산물로 분자 내 -OH기를 가지고 있어 전자를 공여하여 활성산소에 의한 산화를 억제하는 기능을 하며, 플라보노이드와 같은 다양한 폴리페놀 화합물을 포함하고 있다 (Di Carlo *et al.*, 1999). Total polyphenol contents 측정 결과는 Fig. 1에 나타내었다. RL2와 RL3가 대조구보다 유의적으로 높은 값을 나타내었다 ($p<0.05$). 이는 라즈베리가 폴리페놀 중 프로안토시아닌(proanthocyanidin)과 엘라기타닌(ellagitannins)을 풍부하게 함유하고 있는 것으로 보고되었으며 (Kähkönen *et al.*, 2012), 표고버섯은 고온에서 장시간 가열될 경우 폴리페놀 함량이 증가한다고 보고되어 이와 같은 결과를 나타낸 것으로 사료된다 (Choi *et al.*, 2006).

Fig. 2는 Total flavonoid contents 측정된 결과이다. RL2와 RL3가 대조구와 RL1에 비해 유의적으로 높은 값을 보였다 ($p<0.05$). 표고버섯은 폴리페놀을 다량 함유하고 있지만 비플라보노이드 계열의

Table 2. Sensory evaluation of beef tteokgalbi formulated with various levels of raspberry and shiitake mushroom powder

Traits	Control	Treatment		
		RL1	RL2	RL3
Color	3.95±0.69 ^b	4.20±0.63 ^{ab}	4.60±0.52 ^a	4.20±0.63 ^{ab}
Flavor	4.00±0.94	4.30±0.67	4.50±0.71	4.30±1.06
Texture	3.80±0.79 ^b	4.30±0.67 ^{ab}	4.70±0.67 ^a	4.50±0.53 ^a
Juiciness	3.70±0.48 ^b	4.00±0.47 ^{ab}	4.20±0.79 ^{ab}	4.45±0.69 ^a
Off flavor	4.60±0.70	4.80±0.42	4.90±0.32	4.70±0.67
Overall acceptability	3.75±0.63 ^c	3.85±0.58 ^{bc}	4.75±0.42 ^a	4.35±0.67 ^{ab}

All values are mean±SD.

^{a-c} Mean in the same row with different letters are significantly different ($p<0.05$).

Control: raspberry 0%, shiitake mushroom 0%; RL1: raspberry 0.5%, shiitake mushroom 0.5%; RL2: raspberry 1%, shiitake mushroom 1%; RL3: raspberry 1.5%, shiitake mushroom 1.5%.

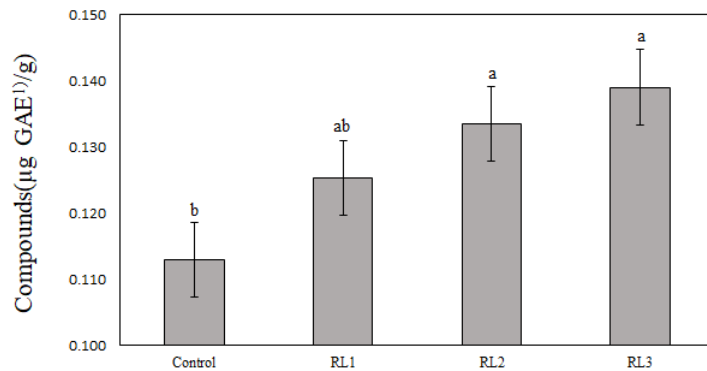


Fig. 1. Total polyphenol contents of beef tteokgalbi formulated with various levels of raspberry and shiitake mushroom powder. ¹⁾ GAE, garlic acid equivalents. ^{a,b} Mean in the same row with different letters are significantly different ($p < 0.05$). Control: raspberry 0%, shiitake mushroom 0%; RL1: raspberry 0.5%, shiitake mushroom 0.5%; RL2: raspberry 1%, shiitake mushroom 1%; RL3: raspberry 1.5%, shiitake mushroom 1.5%.

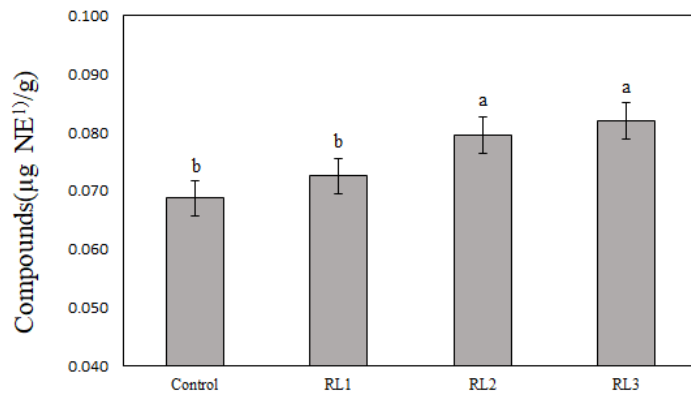


Fig. 2. Total flavonoid contents of beef tteokgalbi formulated with various levels of raspberry and shiitake mushroom powder. ¹⁾ NE, naringin acid equivalents. ^{a,b} Mean in the same row with different letters are significantly different ($p < 0.05$). Control: raspberry 0%, shiitake mushroom 0%; RL1: raspberry 0.5%, shiitake mushroom 0.5%; RL2: raspberry 1%, shiitake mushroom 1%; RL3: raspberry 1.5%, shiitake mushroom 1.5%.

폴리페놀이 더 많은 것으로 보고되어 플라보노이드 함량에는 큰 영향을 미치지 않은 것으로 사료된다 (Han *et al.*, 2015). 하지만 라즈베리의 경우, 플라보노이드 함량도 풍부하며, 특히 냉동 상태에서는 그 함량이 증가하는데 본 실험에 사용된 라즈베리 또한 동결건조를 통해 분말화 되어 총 플라보노이드 함량에 영향을 크게 미친 것으로 사료된다 (Mullen *et al.*, 2002). 따라서 플라보노이드 함량은 첨가된 표고버섯보다는 라즈베리에 의해 RL2와 RL3가 높은 값을 나타낸 것으로 판단되며, 라즈베리와 표고버섯을 첨가하여 떡갈비를 제조할 경우 폴리페놀과 플라보노이드 함량이 높은 떡갈비를 제조할 수 있을 것으로 사료된다.

DPPH, FRAP

DPPH는 시료의 free radical 소거 능력을 측정하고, FRAP은 시료의 환원력을 측정하며, 두 가지 방법들은 항산화 활성 측정 방법 중 가장 보편적이며 재현성이 높은 측정 방법이고, 총 폴리페놀 함량에 영향을 받기도 한다 (Thaipong *et al.*, 2006). Fig. 3은 DPPH free radical scavenging activity 측정

결과이다. 처리구들이 대조구보다 유의적으로 높은 값을 나타내었다 ($p < 0.05$). Zhang 등 (2009)은 표고버섯을 동결건조를 제외한 다른 건조방법을 사용하게 될 경우 폴리페놀 함량이 감소하여 DPPH radical 소거능 또한 감소한다고 보고하였고, Novaković 등 (2011)은 라즈베리에 함유된 캠퍼롤 (kaempferol), 미리세틴 (myricetin), 퀘르세틴 (quercetin)과 같은 플라보노이드와 엘라기타닌 (ellagitannins)과 같은 폴리페놀의 DPPH radical 소거능이 높게 나왔다고 보고하여 본 실험에서도 열풍건조된 표고버섯 분말보다는 동결건조된 라즈베리 분말의 첨가가 영향을 더 크게 미친 것으로 사료된다.

Ferric reducing antioxidant power 측정 결과는 Fig. 4에 나타내었다. 라즈베리와 표고버섯의 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가하였다 ($p < 0.05$). Shah와 Modi (2015)의 버섯을 이용한 항산화 활성 측정 연구에 의하면 표고버섯의 항산화 활성을 측정했을 때, DPPH와 FRAP 두 가지 방법 다 높은 항산화 활성 능력을 보여주었지만, DPPH보다 FRAP에서 첨가량에 의한 항산화 활성 능력 차이가

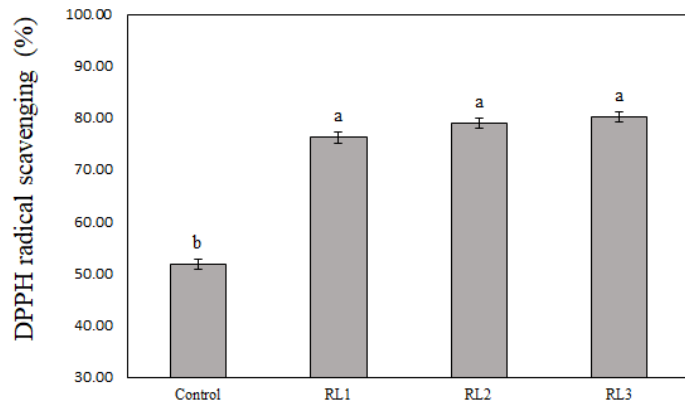


Fig. 3. DPPH free radical scavenging activity of beef tteokgalbi formulated with various levels of raspberry and shiitake mushroom powder. ^{a,b} Mean in the same row with different letters are significantly different ($p < 0.05$). Control: raspberry 0%, shiitake mushroom 0%; RL1: raspberry 0.5%, shiitake mushroom 0.5%; RL2: raspberry 1%, shiitake mushroom 1%; RL3: raspberry 1.5%, shiitake mushroom 1.5%.

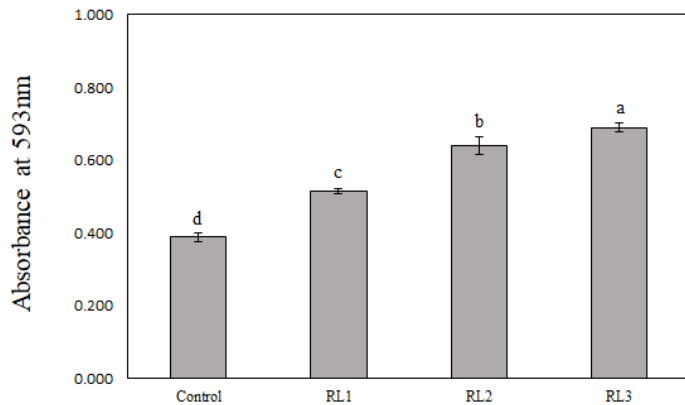


Fig. 4. Ferric reducing antioxidant power (FRAP) of beef tteokgalbi formulated with various levels of raspberry and shiitake mushroom powder. ^{a-d} Mean in the same row with different letters are significantly different ($p < 0.05$). Control: raspberry 0%, shiitake mushroom 0%; RL1: raspberry 0.5%, shiitake mushroom 0.5%; RL2: raspberry 1%, shiitake mushroom 1%; RL3: raspberry 1.5%, shiitake mushroom 1.5%.

더 두드러지게 나타났다고 보고하였다. 또한 Deighton 등 (2000)은 라즈베리의 환원력은 총 폴리페놀 함량과 밀접한 상관관계가 있다고 보고하여 본 연구에서도 라즈베리가 첨가량의 증가에 따른 총 폴리페놀 함량이 증가하여 환원력에도 영향을 미친 것으로 사료된다. 따라서 라즈베리와 표고버섯을 첨가하여 떡갈비를 제조할 경우 높은 폴리페놀 함량에 의해 높은 항산화 활성 능력을 가진 떡갈비를 제조할 수 있을 것으로 판단된다.

IV. 요약

본 연구는 라즈베리와 표고버섯 분말 첨가량에 따른 떡갈비의 항산화 활성에 대하여 조사하였다. 라즈베리와 표고버섯 분말을 첨가하면 가열감량, TPC, TFC, DPPH, FRAP이 증진되었고, 관능평가에서는 RL2 (라즈베리 1%, 표고버섯 1%)가 색, 조직감, 전체적인 기호도에서 높은 평가를 받았다. 따라서 떡갈비에 라즈베리와 표고버섯을 첨가할 경우 가열수율과 항산화 활성 능력이 높아지지만, 관능적인 부분을 고려할 때 라즈베리와 표고버섯 분말을 각각 1%씩 첨가하는 것이 가장 이상적인 비율이라고 판단된다.

V. 참고문헌

1. Ahn MR, Jeong DY, Hong SP, Song GS, Kim YS. 2000. Quality of traditional kochujang supplemented with mushroom (*Pleurotus ostreatus* and *Lentinus edodes*). J Korean Soc Agric Chem Biotechnol 46:229-234.
2. Al-Juhaimi FY, Mohamed Ahmed IA, Adiamo OQ, Adisa AR, Ghafoor K, Özcan MM, Babiker EE. 2018. Effect of argel (*Solenostemma argel*) leaf powder on the quality attributes of camel patties during cold storage. J Food Process Preserv 42:e13496.
3. Benzie IF, Strain JJ. 1996. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": The FRAP assay. Anal Biochem 239:70-76.
4. Choi Y, Lee SM, Chun J, Lee HB, Lee J. 2006. Influence of heat treatment on the antioxidant activities and polyphenolic compounds of shiitake (*Lentinus edodes*) mushroom. Food Chem 99:381-387.
5. Chun S, Chambers E, Chambers D. 2005. Perception of pork patties with shiitake (*Lentinus edode* P.) mushroom powder and sodium tripolyphosphate as measured by Korean and United States consumers. J Sens Stud 20:156-166.
6. Deighton N, Brennan R, Finn C, Davies HV. 2000. Antioxidant properties of domesticated and wild *Rubus* species. J Sci Food Agric 80:1307-1313.
7. Di Carlo G, Mascolo N, Izzo AA, Capasso F. 1999. Flavonoids: Old and new aspects of a class of natural therapeutic drugs. Life Sci 65:337-353.
8. Galanakis CM, Aldawoud T, Rizou M, Rowan NJ, Ibrahim SA. 2020. Food ingredients and active compounds against the coronavirus disease (COVID-19) pandemic: A comprehensive review. Foods 9:1701.
9. Hallmann E, Ponder A, Aninowski M, Narangerel T, Leszczyńska J. 2020. The interaction between antioxidants content and allergenic potency of different raspberry cultivars. Antioxid 9:256.
10. Han SR, Kim MJ, Oh TJ. 2015. Antioxidant activities and antimicrobial effects of solvent extracts from *Lentinus edodes*. J Korean Soc Food Sci Nutr 44:1144-1149.

11. Hu D, Chen W, Li X, Yue T, Zhang Z, Feng Z, Li C, Bu X, Li QX, Hu CY, Li L. 2020. Ultraviolet irradiation increased the concentration of vitamin D₂ and decreased the concentration of ergosterol in shiitake mushroom (*Lentinus edodes*) and oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) powder in ethanol suspension. *ACS Omega* 5:7361-7368.
12. Hwang KA. 2020. Functional food for immune regulation focusing on Korean native materials. *Food Ind Nutr* 25:11-18.
13. Im S, Chun YG, Liang S, Han JA. 2018. Antioxidative and nutritional characteristics of Shiitake mushrooms when cooked using different methods. *Korean J Food Sci Technol* 50:8-13.
14. Kähkönen M, Kylli P, Ollilainen V, Salminen JP, Heinonen M. 2012. Antioxidant activity of isolated ellagitannins from red raspberries and cloudbberries. *J Agric Food Chem* 60:1167-1174.
15. Kang KS, Lee KW, Jung SH, Kang DJ, Ko KS. 2020. Analysis and management of abnormal cases by multiple intake of Korean health functional foods. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 49:511-520.
16. Li H, Choi YM, Lee JS, Park JS, Yeon KS, Han CS. 2007. Drying and antioxidant characteristics of the shiitake (*Lentinus edodes*) mushroom in a conveyer type far-infrared dryer. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36:250-254.
17. Liu L, Lv C, Meng X, Xin G, Li B. 2020. Effects of different thawing methods on flavor compounds and sensory characteristics of raspberry. *Flavour Fragrance J*. 35:478-491.
18. Martinsen BK, Aaby K, Skrede G. 2020. Effect of temperature on stability of anthocyanins, ascorbic acid and color in strawberry and raspberry jams. *Food Chem* 316:126297.
19. Mattar TV, Gonçalves CS, Pereira RC, Faria MA, De Souza VR, Carneiro JDDS. 2018. A shiitake mushroom extract as a viable alternative to NaCl for a reduction in sodium in beef burgers. *Br Food J* 120:1366-1380.
20. Mullen W, Stewart AJ, Lean ME, Gardner P, Duthie GG, Crozier A. 2002. Effect of freezing and storage on the phenolics, ellagitannins, flavonoids, and antioxidant capacity of red raspberries. *J Agric Food Chem* 50:5197-5201.
21. Mun JY, Ban HJ, Kim HS. 2020. A study on consumers' perception of meal-kit: After the spread of coronavirus infectious disease-19 (COVID-19). *Culinary Sci Hosp Res* 26:198-207.
22. Noratto GD, Chew BP, Atienza LM. 2017. Red raspberry (*Rubus idaeus* L.) intake decreases oxidative stress in obese diabetic (db/db) mice. *Food Chem* 227:305-314.
23. Novaković MM, Stevanović SM, Gorjanović SŽ, Jovanovic PM, Tešević VV, Janković MA, Sužnjević DŽ. 2011. Changes of hydrogen peroxide and radical-scavenging activity of raspberry during osmotic, convective, and freeze-drying. *J Food Sci* 76:C663-C668.
24. Park NY, Jeong YJ. 2006. Quality properties of oak mushroom (*Lentinus edodes*) based on extraction conditions and enzyme treatment. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 35:1273-1279.

25. Rosli W, Nurhanan A, Solihah M, Mohsin S. 2011. Cornsilk improves nutrient content and physical characteristics of beef patties. *Sains Malaysiana* 40:155-161.
26. Shah P, Modi HA. 2015. Comparative study of DPPH, ABTS and FRAP assays for determination of antioxidant activity. *Int J Res Appl Sci Eng Technol* 3:636-41.
27. Si X, Chen Q, Bi J, Wu X, Yi J, Zhou L, Li Z. 2016. Comparison of different drying methods on the physical properties, bioactive compounds and antioxidant activity of raspberry powders. *J Sci Food Agric* 96:2055-2062.
28. Singleton VL, Rossi JA. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *Am J Enol Vitic* 16:144-158.
29. Thaipong K, Boonprakob U, Crosby K, Cisneros-Zevallos L, Byrne DH. 2006. Comparison of ABTS, DPPH, FRAP, and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts. *J Food Compos Anal* 19:669-675.
30. Woisky RG, Salatino A. 1998. Analysis of propolis: Some parameters and procedures for chemical quality control. *J Apic Res* 37:99-105.
31. Younis K, Ahmad S. 2018. Quality evaluation of buffalo meat patties incorporated with apple pomace powder. *Buffalo Bull* 37:389-401.
32. Zhang Z, Lv G, Pan H, Wu Y, Fan L. 2009. Effects of different drying methods and extraction condition on antioxidant properties of shiitake (*Lentinus edodes*). *Food Sci Technol Res* 15:547-552.