

구증구포 생강 분말을 첨가한 생강 조청의 항산화 활성과 품질 특성

김미경¹ · 정복미²⁺ · 전은례³⁺

¹전남대학교 대학원 식품영양학과 학생 · ²⁺전남대학교 식품영양과학부 교수 · ³⁺원광대학교 가정교육과 초빙교수/전남대학교 가정교육과 강사

Antioxidant Activity and Quality properties of Ginger Jocheong added with Gujeung-gupo Ginger Powder

MiKyeong Kim¹ · BokMi Jung²⁺ · EunRaye Jeon³⁺

¹Major in Food and Nutrition, Graduate School, Chonnam National University, Student; ²⁺Division of Food and Nutrition, Chonnam National University, Professor; ³⁺Department of Home Economics Education, WonKwang University, Visiting Professor · Department of Home Economics Education, Chonnam National University, Lecturer

HER

**Human
Ecology
Research**

Abstract

This study was investigated to examine the antioxidant activity and quality characteristics of ginger Jocheong added with Gujeung-gupo ginger powder and the results were as follows. As the amount of Gujeung-gupo ginger powder added into ginger Jocheong increased, the moisture and carbohydrate contents of ginger Jocheong significantly decreased ($F=133.33, p<.001$) and increased ($F=36.15, p<.001$), respectively. The content of mineral composition such as K, Ca and Zn showed higher values as the amount of added Gujeung-gupo ginger powder increased. As the amount of Gujeung-gupo ginger powder added into ginger Jocheong increased, sweetness ($F=200.00, p<.001$), viscosity ($F=441.23, p<.001$), L value ($F=1,458, p<.001$), a value ($F=44.56, p<.001$) and b value ($F=203, p<.001$) decreased significantly, and pH significantly increased ($F=59.18, p<.001$). As the amount of Gujeung-gupo ginger powder added into ginger Jocheong increased, total polyphenol content ($F=86.015, p<.001$), total flavonoid content ($F=885.012, p<.001$), and DPPH radical scavenging activity ($F=75.136, p<.001$), ABTS radical scavenging ability ($F=145.751, p<.001$), and FRAP activity ($F=172.242, p<.001$) increased. From the above results, the antioxidant activity and quality characteristics of ginger Jocheong added with Gujeung-gupo ginger powder confirmed the potential development of ginger Jocheong with high antioxidant activity.

Keywords

antioxidant activity, quality characteristics, ginger Jocheong, Gujeung-gupo

서론

최근 1인 가구 증가, 간편화된 사회 경제적 환경의 변화로 편의식품과 가공식품의 섭취 증가 등 식생활 환경으로 인하여 만성퇴행성질환 발병률이 증가하고 있으며, 이에 건강에 좋은 항산화작용에 대한 현대인의 관심이 증대되고 있다. 항산화 활성, 항균 및 항암 효능을 나타내는 생리활성물질인 총 페놀성 화합물들은 대부분 식물계 식품에 많이 함유되어 있으며, 2차 대사산물과 천연항산화제로도 널리 알려져 있다(Choi et al., 2024; Huang et al., 1992). 식물계 식품인 채소, 과일 및 약재류 같은 소재에서 천연 항산화제를 추출, 개발하고 이를 활용하려는 연구들이 점점 활발하게 진행

Received: March 12, 2024
Revised: April 17, 2024
Accepted: April 17, 2024

Corresponding Author:

Bok Mi Jung

Division of Food and Nutrition, Chonnam National University, 77 Yongbong-ro, Buk-gu, Gwangju 61186, Korea
Tel: +82-62-530-1353
Fax: +82-62-530-1339
E-mail: jbm@jnu.ac.kr

Eun Raye Jeon

Department of Home Economics Education, Chonnam National University, 77 Yongbong-ro, Buk-gu, Gwangju 61186, Korea
Tel: +82-62-530-2520
Fax: +82-62-530-2529
E-mail: eunyeaj@naver.com

되는 추세이다(Maski et al., 1995). 건강기능식품을 제조할 때 사용되는 식품의 유용성분의 함량을 증가시키기 위해서는 분쇄, 가수분해, 발효 및 건조 등 식품의 특성에 맞는 다양한 가공방법이 사용된다(Jang et al., 2015). 여러 가지 가공 방법 중 구증구포(九蒸九曝)는 한약재에서 많이 사용되는 방법 중 하나로, 9번 찌고 9번 말리는 과정을 반복하여 제조되는 것으로, 인삼의 경우 구증구포 후 검정색을 띠는 인삼을 흑삼이라하여 그 가치를 높이는 데, 가공 인삼보다 ginsenoside 종류 및 함량이 높아졌다는 보고가 있다(Kim et al., 2011).

생강(Zingiber officinale Roscoe)은 오랫동안 사용되어온 향신료로 특유의 향과 매운맛으로 한국에서는 식품과 음료 등에 널리 사용되고 있다. 생강의 주요성분으로는 탄화수소류, 케톤류, 알코올류를 비롯하여 휘발성 향기성분인 γ -cardinen과 zingiberene 등, 정유성분인 zingiberol, zingiberene 등이 있다(Lee et al., 2006).

생강은 온도에 매우 민감하게 반응하는 식품으로, 10℃ 이하에서는 저온장해를 주로 일으키고 18℃ 이상에서는 발아가 잘 되기 때문에, 생것의 생강을 장기간 동안 저장하고 유통시키는 것은 어려운 실정이다(Abdo et al., 2021; Kim et al., 2010; Sung, 2010). 최적의 생강 저장조건은 10~15℃의 온도, 80~90%의 상대습도이다. 이에 유산균을 이용한 발효 생강(Chun & Chung, 2011), 찐 생강(Kang & Shin, 2012), 숙성기간에 따른 생강의 품질특성(Lee et al., 2010) 등 다양한 형태로 연구가 이루어졌다. 또한 고온의 열처리에 의한 생강의 가공방법은 원료의 저장 기간 뿐 아니라 품질 향상 및 생리활성 성분 등 기능성 식품첨가 소재로서 그 활용도를 증대시킬 수 있다고 보고되었다(Kim et al., 2010). 생강의 생리활성에 관한 국내연구로 생강나무 가지 추출물의 항염증 효과(Lee et al., 2022), 생강 뿌리, 줄기, 잎의 항산화 효과(Im et al., 2021), 생강 부위별 추출물의 항균효과 및 소취 효과(Lee et al., 2020) 등이 있다.

조청은 한국의 전통식품으로 단맛을 내는 조미료로 활용되며, 주로 곡류인 전분에 엿기름 을 첨가하고 전분의 당화과정을 거쳐서 거른 액을 줄여서 만든 식품이다(Wee et al., 2016). 쌀과 엿기름만으로도 조청의 제조가 가능하지만 다양한 첨가 소재를 사용하여 제조하기도 하였다. 조청은 설탕보다는 단맛이 강하지는 않지만 음식 색을 먹음직스럽게 만들면서 은근한 단맛을 내기 때문에 최근에 건강한 단맛을 즐기려는 소비자들의 욕구와 웰빙 식생활 트렌드 등이 반영되어 한국 전통식품인 조청에 대한 관심이 증가하고 있다. 조청제품에 관한 선행 연구로는 아로니아즙(Eom et al., 2020), 쑥(Lee & Kim, 2020), 천마가루(Lee & Lee, 2015),

증숙마늘 분말(Kang & Shin, 2012), 사과(Yang & Ryu, 2010), 표고버섯 가루(Park & Na, 2005a; Park & Na, 2005b), 단감(Bae et al., 2001) 등의 첨가 연구가 보고되었다. 그러나 생강을 소재로 이용하여 구증구포 처리를 하고 이를 조청에 첨가하여 항산화 활성 및 품질특성을 연구는 전무한 실정이다.

이에 본 연구에서는 항산화 활성이 높은 구증구포 생강을 활용한 생강 조청을 제조하여 항산화 활성과 품질 특성을 조사함으로써, 사라져가는 한국 전통음식의 계승 발전에 이바지하고 생강 조청 개발 연구의 기초자료로 제공하고자 하였다.

실험재료 및 방법

1. 실험재료

본 실험에 사용된 실험재료는 검정쌀(진도, 국내산), 엿기름가루(국내산, 성진식품), 물(삼다수)을 대형마트에서 구입하여 사용하였으며, 구증구포 생강 분말은 생강(국내산, 풍암시장)을 구매하여 100℃에서 30분 찌고 40℃에서 3시간 건조 과정을 9번 수행한 생강을 분말로 제조하고 100 mesh 체로 체질하여 사용하였다.

2. 구증구포 생강 분말 첨가 생강 조청 제조

구증구포 생강 분말 첨가 생강 조청의 제조 방법은 선행 연구(Park & Na, 2005b)를 기초로 하여 제조하였다. 검정쌀 1.5 kg을 증류수로 3회 세척한 후 실온에서 3시간 수침하여 전기밥솥(50인용, 쿠첸 WM-3503)을 이용하여 호화시킨 고두밥에 엿기름가루 500 g과 물 5 L를 전기밥솥에 넣은 후 60℃에서 8시간 동안 당화시켰다. 이를 면포(45x30 cm)로 3번 걸러내어 당화액을 제조한 후 60℃의 전기밥솥에서 2시간 동안 더 줄여 농축시켰다. 농축 당화액의 무게를 기준으로 구증구포 생강 분말을 0, 3, 6, 9% 첨가하여 100%로 맞춘 혼합액을 30분간 더 끓여 조청을 제조하여 사용하였다.

3. 구증구포 생강 분말 첨가 조청의 일반성분 분석

구증구포 생강 분말 첨가 생강 조청의 일반성분은 AOAC법(A.O.A.C., 1990)으로 측정하였다. 수분 함량은 105℃ 상압 건조법, 조지방 함량은 Soxhlet법, 회분 함량은 550℃ 회화법, 조단백질 함량은 원소분석기(DKSH, vario MACRO cube)를 사용하여 전 질소량을 측정 후 질소 계수를 곱하여 계산하였다. 탄수화물 함량은 100에서 수분, 회분, 조지방 및 조단백질 함량의 값을 각각 제외한 값으로 계산하였다.

4. 구증구포 생강 분말 첨가 조청의 무기질 성분 분석

구증구포 생강 분말 첨가 생강 조청의 무기질 성분 분석은 Park과 Na (2005b)의 방법인 건식분해법으로 측정하였다. 시료 일정량을 예비 탄화시킨 다음 전기로(500~600℃)에서 완전히 회화시키고 방냉시킨 다음 유도결합 플라즈마(Inductively Coupled Plasma, Model JY-138 Ultrace, Jobin Yvon, France)를 이용하여 분석하였다(Osborne, 1981).

5. 구증구포 생강 분말 첨가 생강 조청의 이화학적 특성

1) 당도

구증구포 생강 분말 첨가 생강 조청의 당도는 증류수 9 mL에 조청 1 g을 넣어 잘 풀어질 수 있도록 vortex mixer로 2분 동안 균질화 시킨 후 당도계(Hand refractometer, PR-101α, Atago Co., Japan)에 윗 부분의 상정액을 0.2 mL씩 떨어뜨려서 5회 반복 측정하였으며, 그 평균값으로 나타내었다.

2) pH

구증구포 생강 분말 첨가 생강 조청의 pH는 증류수 9 mL에 조청 1 g을 넣어 잘 풀어질 수 있도록 vortex mixer로 2분 동안 균질화한 후 pH meter(PB-30L pH meter, Sartorius Co., Korea)를 사용하여 각각의 시료를 5회 반복 측정, 평균값을 구하였다.

3) 점도

구증구포 생강 분말 첨가 생강 조청의 점도는 Brookfield viscometer(Model DV-III Ultra, Brookfield engineering labs, MA, USA)를 이용하여 직경 3.5 cm와 높이 7.5 cm인 원형의 용기에 조청을 넣어 25℃에서 spindle No. 4, 4 rpm으로 5회 반복 측정, 평균값을 구하였다.

6. 구증구포 생강 분말 첨가 생강 조청의 색도

구증구포 생강 분말 첨가 생강 조청의 색도는 Petri Dish(3510 mm)에 조청 10 g을 넣고 색차계(CR-400, Minolta Co., Ltd, Tokyo, Japan)를 이용하여 명도 L(lightness) 값, 적색도 a (redness) 값, 및 황색도 b(yellowness) 값을 시료별로 각각 10회 반복 측정하여 평균값으로 나타내었다. 사용한 표준 백색판의 명도 L 값은 82.11, 적색도 a 값은 -5.85, 황색도 b 값은 22.03 이었다.

7. 구증구포 생강 분말 첨가 생강 조청의 항산화 활성 측정

구증구포 생강 분말 첨가 생강 조청의 total polyphenol 함량, total flavonoid 함량, ABTS radical 소거능, DPPH radical 소거능 및 FRAP 활성 측정을 위해 먼저 각각의 시료 100 g에 1,500 mL의 80% ethanol을 혼합한 후 65℃ Heating mantle(WHM12016, Daihan-Scientific, Seoul, Korea)에 넣어 3시간씩 추출을 3회 반복하였다. 여과지(Whatman No. 2)를 이용하여 여과시키고 40℃ water bath에서 rotary vacuum evaporator(EYELA VACUUM NVC-1100 Tokyo, Japan)를 이용하여 남은 여액 중 용매를 제거한 후 감압하고 농축하였다. 농축한 여액은 동결건조기(ED8512, Ilshan, Yangju, Korea)로 건조, 분말로 제조하여 산화방지를 위해서 -70℃에 냉동 보관하면서 실험시료로 사용하였다.

1) Total polyphenol 함량 측정

Total polyphenol 함량은 Folin-Denis(Folin & Denis, 1912) 방법으로 측정하였다. 1 mL의 시료 추출물과 2 mL의 Folin reagent를 잘 혼합한 후 실온에 3분 동안 그대로 두어 정치시켰다. 2 mL의 10% Na₂CO₃을 더 첨가한 다음 30℃에서 40분 간 정치시키고 ELISA microplate reader(Model 680, Biorad Laboratories Inc., Hercules, CA, USA)를 이용하여 흡광도를 760 nm에서 측정하였다. 표준곡선은 gallic acid(Sigma Co, St. Louis, MO, USA)를 기준물질로 하여 최종 농도가 0~500 µg/mL가 되도록 조제하여 검량곡선을 통해 total polyphenol 함량을 계산하였다.

2) Total flavonoid 함량 측정

Total flavonoid 함량은 Davis 방법을 조정한 Um과 Kim (2007)의 실험방법을 참조하여 측정하였다. 1 mL의 시료 추출물에 2 mL의 diethylene glycol를 잘 혼합한 후 20 µL의 1N NaOH을 더 넣은 후 37℃ water bath에서 1시간 동안 반응시켰다. ELISA microplate reader (Model 680, Biorad Laboratories Inc., Hercules, CA, USA)를 이용하여 흡광도를 420 nm에서 측정하였고, 표준 곡선은 quercetin(Sigma Co, St. Louis, MO, USA)을 기준물질로 이용하여 최종 농도가 0~500 µg/mL가 되게 하여 total flavonoid 함량을 계산하였다.

3) DPPH radical 소거능 측정

DPPH(2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) radical 소거능은 Blois(Blois, 1958) 방법을 이용하여 측정하였다. 1 mL의 시

료와 1 mL의 0.2 mM DPPH를 잘 혼합하여 37°C에서 30분 동안 반응시키고, ELISA microplate reader(Model 680, Biorad Laboratories Inc., Hercules, CA, USA)를 사용하여 흡광도를 517 nm에서 측정하였다. 시료 추출물의 DPPH radical 소거능(%)은 $(1 - \text{시료 첨가구의 흡광도} / \text{무첨가구의 흡광도}) \times 100$ 에 의하여 계산하였다.

4) ABTS radical 소거능 측정

ABTS (2,2-azino-bis-3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) radical 소거능은 Re 등(1999) 방법을 응용하여 측정하였다. 7.4 mM의 ABTS와 2.6 mM의 potassium persulfate의 두 용액을 동일 비율로 잘 혼합 후 ABTS⁺(ABTS radical 양이온)의 생성을 위해 암소(暗室)에서 하루 동안 반응시켰다. ABTS⁺ 용액을 에탄올로 희석하여 734 nm에서 $0.7 \sim 1.0 \pm 0.02$ 의 흡광도가 나타나게 하였다. 0.1 mL의 시료 추출물과 0.9 mL의 ABTS⁺ 용액을 잘 혼합한 후 37°C에서 30분간 반응시켰다. 대조군은 시료 대신 에탄올을 혼합하여 반응시켰으며, ELISA microplate reader(Model 680, Biorad Laboratories Inc., Hercules, CA, USA)를 사용하여 흡광도를 734 nm에서 측정하였다. ABTS radical 소거능(%)은 $(1 - (\text{Abs}_{\text{sample}} / \text{Abs}_{\text{blank}})) \times 100$ 에 의하여 계산하였다.

5) FRAP 활성

FRAP (Ferric reducing antioxidant power) 활성 측정은 Benzie과 Strain (1996)의 방법을 응용하여 측정하였다. Working solution을 제조하기 위해 1:10:10의 비율로 각각 40 mM HCl 10 mM 2,4,6-tripyridyl-s-triazine(TPTZ) 및 20 mM FeCl₃ · 6H₂O, 300 mM acetate buffer(pH 3.6)를 잘 혼합 후 37°C 온도에서 10분 동안 반응시켰다. 시료 추출물 5 μL에

working solution 145 μL를 혼합하고, 무첨가군은 시료 추출물 대신 증류수를 넣었고, 색차 대조군은 buffer를 넣었다. 37°C에서 15분간 암반응 시키고 microplate spectrophotometer(Epoch 2, Bio Tek Inc., Winooski, VT, USA)를 이용하여 흡광도를 593 nm에서 측정하였다.

8. 통계처리

본 연구결과는 SPSS 18.0 Program(SPSS Inc, Chicago, IL, USA)을 사용하여 통계처리 하였다. 일원 배치 분산분석(One-way ANOVA)을 이용하여 평균(mean, *M*)과 표준편차(standard deviation, *SD*)를 계산하였고, $p < .05$ 수준에서 Duncan's multiple range test를 이용하여 시료 간의 유의성을 검증하였다.

결과 및 고찰

1. 구증구포 생강 분말 첨가 생강 조청의 일반성분

구증구포 생강 분말 첨가 생강 조청의 일반성분 결과는 Table 1과 같다. 수분함량은 대조군 46.77%, GGP-3은 43.61%, GGP-6은 43.44%로 감소하다가 GGP-9는 45.79%로 증가하였다. 회분 함량은 대조군 0.69%에서 GGP-9는 0.75%로 증가, 조지방 함량은 대조군 0.06%에서 GGP-9는 0.01%로 감소, 조단백질 함량은 대조군 3.74%에서 GGP-9는 2.91%로 감소하였지만 유의한 차이는 보이지 않았다. 탄수화물 함량은 대조군 48.28%, GGP-3은 49.20%, GGP-6은 51.86% 및 GGP-9는 51.99%로 첨가량이 증가할수록 유의하게 증가($F=36.15, p < .001$)하였다.

이는 Lee 등(2010)의 생강의 숙성기간에 따른 품질특성 연구에서 생강의 수분 함량은 11.49%, 조회분 함량은 8.06%, 조단백질 함량은 6.61% 및 조지방 함량은 3.66%였고 찐 생강의 경

Table 1. Proximate Composition of Ginger Jocheong Added with Gujeung-gupo Ginger Powder

Proximate Composition	Sample ¹⁾				F-value
	Control	GGP-3	GGP-6	GGP-9	
Moisture (%)	46.77±0.21 ^{2)a3)}	43.61±0.10 ^c	43.44±0.32 ^c	45.79±0.29 ^b	133.33 ^{***}
Ash (%)	0.69±0.08	0.70±0.04	0.72±0.09	0.75±0.03	2.17
Crude Fat (%)	0.06±0.06	0.02±0.07	0.01±0.02	0.01±0.01	2.62
Crude Protein (%)	3.74±0.35	3.45±0.15	3.45±0.42	2.91±0.54	1.37
Carbohydrate (%)	48.28±0.50 ^c	49.20±0.02 ^b	51.86±0.17 ^a	51.99±0.81 ^a	36.15 ^{***}

Note. ¹⁾Control: Gujeung-gupo Ginger Powder 0%, GGP-3: Gujeung-gupo Ginger Powder 3%, GGP-6: Gujeung-gupo Ginger Powder 6%, GGP-9: Gujeung-gupo Ginger Powder 9%. ²⁾Each value is mean±S.D. of triplicate experiments. ³⁾Different letters within a low are significantly different by Duncan's multiple range test ($p < .05$). ^{***} $p < .001$

우 수분 함량은 19.51%, 조회분 함량은 5.99%, 조단백질 함량은 4.95% 및 조지방 함량은 2.17%, 30일 숙성시킨 생강의 경우 수분 함량은 15.77%, 조회분 함량은 7.06%, 조단백질 함량은 6.16% 및 조지방 함량은 1.86%로 보고하여 가공방법에 따라 일 반성분의 함량이 변함을 알 수 있었다.

2. 구증구포 생강 분말 첨가 생강 조청의 무기질 성분

구증구포 생강 분말 첨가 생강 조청의 Na, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Mn 및 Zn 등의 무기질 성분 결과는 Table 2와 같다. K, Ca, Mg, Mn 및 Zn 등의 함량은 구증구포 생강 분말 첨가량이 증가할수록 유의한 차이를 보였다. K 함량의 경우 대조군 2039.05%에서 GGP-9는 2146.74%로 첨가량이 증가할수록 유의하게 증가($F=17.16, p<.01$)하였다. Ca 함량의 경우 대조군 86.74%에서 GGP-9는 94.90%로 첨가량이 증가할수록 유의하게 증가($F=10.95, p<.01$)하였다. Mg 함량의 경우 대조군 482.90%에서 GGP-9는 444.08%로 첨가량이 증가할수록 유의하게 감소($F=23.07, p<.001$)하였다. Mn 함량의 경우 대조군 0.53%에서 GGP-9는 0.10%로 첨가량이 증가할수록 유의하게 감소($F=34.31, p<.01$)하였다. Zn 함량의 경우 대조군과 GGP-3은 0.13%, GGP-9는 0.54%로 나타났다. 대조군보다 구 증구포 생강 분말의 첨가로 인해 생강 조청의 Na, K, Ca 및 Fe 등의 무기질 함량이 증가해 생강이 조청의 첨가 소재로서 유용함을 알 수 있었다.

3. 구증구포 생강 분말 첨가 생강 조청의 이화학적 특성 결과

구증구포 생강 분말 첨가 생강 조청의 당도, pH 및 점도 결과

는 Table 3과 같다. 당도의 경우 대조군 8.88, GGP-3은 8.70, GGP-6은 8.67 및 GGP-9는 8.50으로 첨가량이 증가할수록 유의하게 감소($F=200.00, p<.001$)하였다. pH의 경우 대조군 5.79, GGP-3은 5.80, GGP-6은 5.85 및 GGP-9는 5.94로 첨 가량이 증가할수록 유의하게 증가($F=59.18, p<.001$)하였다. 점 도의 경우 대조군 40400.33, GGP-3은 37466.67, GGP-6은 37200.67 및 GGP-9는 20666.67로 첨가량이 증가할수록 유의 하게 감소($F=441.23, p<.001$)하였다.

당도는 쌀겨 첨가 조청(Choi, 2016) 연구에서도 대조군이 66.23으로 가장 높게 나타났으며 쌀겨 첨가량이 증가함에 따라 감소하는 경향을 보여 쌀겨 40% 첨가 이상일 때는 60%이하의 당 도를 나타냈다고 보고하였다. 당도와 점도가 비례 관계로 부재료 의 첨가량이나 농축시간 정도를 예측할 수 있어 시간을 조절할 수 있을 것으로 보여진다. 본 연구결과에서도 구증구포 생강 분말 첨 가량이 증가할수록 당도가 감소함을 볼 수 있었는데 이는 조청 전 체 비율에서 달지 않은 생강분말의 첨가량 증가로 당도가 감소되 었을 것으로 사료된다.

엿류의 pH는 4.5~7.0사이가 적당하다고 하였지만(Park & Na, 2005a; Yang & Ryu, 2010), 현재 식품공전에서는 pH에 대 해서 규정이 없다(Korea Food & Drug Administration, 2020). 그러나 본 연구의 조청 pH는 5.79~5.94로 이전 규정기준에 비 교해서도 적합한 것으로 확인할 수 있어 구증구포 생강 조청의 개발 가능성을 확인할 수 있었다. 표고버섯 가루(Park & Na, 2005a) 첨가 조청의 경우 유의한 차이를 보이지는 않았지만 대조 군의 경우 5.5에서 3% 첨가의 경우 5.8로 증가하였다고 보고하 였고, 쌀겨 첨가 조청(Choi, 2016) 연구에서도 쌀겨 첨가량이 증

Table 2. Mineral Composition of Ginger Jocheong Added with Gujeung-gupo Ginger Powder

Mineral Composition (mg/100 g)	Sample ¹⁾				F-value
	Control	GGP-3	GGP-6	GGP-9	
Na	31.94±12.35 ²⁾	33.44±0.32	36.19±1.47	39.45±0.90	1.09
K	2039.05±42.49 ³⁾	2040.07±17.46 ^c	2054.75±91.15 ^b	2146.74±54.47 ^a	17.16 ^{**}
Ca	86.74±2.22 ^c	88.13±1.13 ^b	88.14±6.21 ^b	94.90±3.10 ^a	10.95 ^{**}
Mg	482.90±10.84 ^a	460.96±2.03 ^b	457.27±16.02 ^b	444.08±12.12 ^c	23.07 ^{***}
Fe	2.89±1.45	3.42±0.57	3.93±0.74	4.48±0.87	1.84
Cu	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	
Mn	0.53±0.28 ^a	0.51±0.29 ^a	0.19±0.09 ^b	0.10±0.21 ^{bc}	34.31 ^{**}
Zn	0.13±0.12 ^b	0.13±0.23 ^b	N.D.	0.54±0.11 ^a	8.20 ^{**}

Note. ¹⁾See the legend of the Table 1. ²⁾Each value is mean±S.D. of triplicate experiments. ³⁾Different letters within a low are significantly different by Duncan's multiple range test ($p<.05$).

^{***} $p<.001$, ^{**} $p<.01$

Table 3. Physicochemical Characteristics of Ginger Jocheong Added with Gujeung-gupo Ginger Powder

Variety	Sample ¹⁾				F-value
	Control	GGP-3	GGP-6	GGP-9	
Sweetness (° brix)	8.88±0.00 ^{2)a3)}	8.70±0.00 ^b	8.67±0.06 ^b	8.50±0.00 ^c	200.00 ^{***}
pH	5.79±0.03 ^c	5.80±0.02 ^c	5.85±0.02 ^b	5.94±0.01 ^a	59.18 ^{***}
Viscosity (cP)	40400.33±576.58 ^a	37466.67±825.16 ^b	37200.67±1655.70 ^c	20666.67±519.83 ^d	441.23 ^{***}

Note. ¹⁾See the legend of the Table 1. ²⁾Each value is mean±S.D. of triplicate experiments. ³⁾Different letters within a low are significantly different by Duncan's multiple range test ($p<.05$).

^{***} $p<.001$

Table 4. Hunter's Color Values of Ginger Jocheong Added with Gujeung-gupo Ginger Powder

Color	Sample ¹⁾				F-value
	Control	GGP-3	GGP-6	GGP-9	
L	13.60±0.23 ^{2)a3)}	11.46±0.37 ^b	10.11±0.25 ^c	8.52±0.01 ^d	1458.33 ^{***}
a	10.41±0.84 ^a	9.39±0.42 ^b	9.44±0.42 ^b	8.45±0.19 ^c	44.56 ^{***}
b	8.33±0.83 ^a	6.52±0.31 ^b	6.01±0.29 ^c	4.26±0.22 ^d	203.00 ^{***}

Note. ¹⁾See the legend of the Table 1. ²⁾Each value is mean±S.D. of ten experiments. ³⁾Different letters within a low are significantly different by Duncan's multiple range test ($p<.05$).

^{***} $p<.001$

가할수록 5.28~5.82로 유의하게 증가($p<.001$)하는 경향을 보였다고 하여 본 연구결과와 동일한 결과였다. 쌀겨 첨가 조청(Choi, 2016) 연구에서 쌀겨의 pH가 6.37로 높아 첨가량 증가에 따라 pH가 증가하였고, 동결 건조, 열풍 건조 및 마이크로웨이브 건조로 제조된 인삼, 생강 분말의 이화학적 특성(Kim et al., 2023) 연구에서도 생강의 pH의 경우는 열풍건조시 6.43, 동결건조시 6.25, 마이크로웨이브 진공 건조시 6.23으로 나타났다고 보고하였다. 따라서 본 연구결과에서도 구증구포 생강 분말 첨가량이 증가할수록 첨가 소재 자체의 pH의 영향을 받은 것으로 보여진다.

점도는 표고버섯 가루 첨가 조청(Park & Na, 2005a)과 쌀겨 첨가 조청(Choi, 2016)의 경우 첨가량이 증가할수록 점도가 감소하였다고 보고하여 본 연구결과와 같았다. 점도는 소비자들이 조청을 선택할 때 매우 중요한 관능적 요소이기 때문에 첨가량에 따라 변화 양상을 분석하는 것은 매우 중요하며 추후 적정 수준의 구증구포 생강분말 첨가비율 설정이 필요할 것으로 사료된다.

4. 구증구포 생강 분말 첨가 생강 조청의 색도

구증구포 생강 분말 첨가 생강 조청의 색도 결과는 Table 4와 같다. 명도인 L 값은 대조군 13.60에서 GGP-9는 8.52로 유의하게 감소($F=1,458, p<.001$)하여 어두워졌다.

적색도인 a 값도 대조군은 10.41, GGP-3은 9.39, GGP-6은 9.44, GGP-9는 8.45로, GGP 첨가량이 많을수록 유의하게 감소($F=44.56, p<.001$)하였다. 황색도인 b 값도 대조군은 8.33, GGP-9는 4.26으로 GGP의 첨가량이 많을수록 유의하게 감소($F=203, p<.001$)하였다. 이러한 색도의 변화는 첨가 소재 자체의 색에 기인하는 것으로 보여지는데 특히 구증구포 생강 분말은 9번 찌는 과정에서 더 어두워졌기 때문이다. 증포 처리한 삼채뿌리의 갈변정도를 살펴본 연구(Jun et al., 2016)에서 증포 반복 횟수가 증가함에 따라 전체적으로 색이 갈색 또는 흑갈색으로 변화함을 보고 하였으며, 이는 갈변 현상을 초래하는 중간 생성물과 항산화 성분으로 알려진 melanoidin이 다량 생성되었기 때문이라고 하였다. 또한, 구증구포 처리한 수삼인, 흑삼 제조과정 중에 증포 반복 횟수에 따라 증포 횟수가 증가함에 따라 수분함량이 점점 감소하여 갈변도가 증가했다고 보고하였다(Kim et al., 2011). 식품 속의 페닐성 화합물, 유리당, 유리아미노산 등이 100℃에서 서로 반응할 경우 자동산화반응, Maillard 반응 및 카라멜화반응 등과 같은 비효소적 갈변반응이 일어나서 갈변물질로 전환된다(Lertittikul et al., 2007). 증포 처리한 삼채 뿌리 열수 추출물의 항산화활성 연구(Jun et al., 2016)에서도 총 폴리페놀과 갈변도에서 강한 상관관계를 나

Table 5. Antioxidant Activity of Ginger Jocheong Added with Gujeung-gupo Ginger Powder

	Sample ¹⁾				F-value
	Control	GGP-3	GGP-6	GGP-9	
Total polyphenol contents (mg GAE/g)	50.80±1.71 ^{2)c3)}	60.94±1.63 ^b	61.26±0.86 ^b	68.16±0.90 ^a	86.015 ^{***}
Total flavonoid contents (mg QE/g)	201.75±8.24 ^d	276.06±5.21 ^c	381.58±5.35 ^b	460.00±7.22 ^a	885.012 ^{***}
DPPH radical scavenging activities (Inhibition %)	12.90±0.95 ^d	15.06±0.64 ^c	18.94±0.94 ^b	24.77±1.50 ^a	75.136 ^{***}
ABTS radical scavenging activities (Inhibition %)	52.93±1.13 ^d	55.51±0.97 ^c	63.55±1.05 ^b	67.29±0.64 ^a	145.851 ^{***}
FRAP (mM FeSO ₄ /g)	729.67±11.36 ^d	762.67±12.33 ^c	810.56±17.26 ^b	1480.11±91.32 ^a	172.242 ^{***}

Note. ¹⁾See the legend of the Table 1. ²⁾Each value is mean±S.D. of triplicate experiments. ³⁾Different letters within a low are significantly different by Duncan's multiple range test ($p < .05$).

^{***} $p < .001$

타냈다고 보고 하였고, Hwang 등(2006)의 한국산 배즙의 연구에서도 열처리 온도와 시간이 증가할수록, 갈변정도를 나타내는 5-HMF(hydroxymethylfurfural) 함량이 높아져서, 서로간에 높은 상관관계를 보였다고 보고하였다. 이는 구증구포의 가공방법이 생강의 색도를 감소시켜 기호도를 낮출수도 있지만 다양한 항산화 물질 등이 증가함으로써 소비자들에게 건강한 단맛을 제공하는 소재 개발 가능성을 확인하였다.

5. 구증구포 생강 분말 첨가 생강 조청의 항산화 활성 결과

구증구포 생강 분말 첨가 생강 조청의 항산화 활성 결과는 Table 5와 같다. 총 polyphenol 함량의 경우 대조군은 50.80 mg GAE/g, GGP-3은 60.94 mg GAE/g, GGP-6은 61.26 mg GAE/g, GGP-9는 68.16 mg GAE/g으로 첨가량이 증가할수록 유의하게 증가($F=86.015, p < .001$)하였다. 총 flavonoid 함량은 대조군은 201.75 mg QE/g, GGP-3은 276.06 mg QE/g, GGP-6은 381.58 mg QE/g, GGP-9는 460.00 mg QE/g으로 첨가량이 증가할수록 유의하게 증가($F=885.012, p < .001$)하였다. DPPH radical 소거능은 대조군은 12.90%, GGP-3은 15.06%, GGP-6은 18.94%, GGP-9는 24.77%로 첨가량이 증가할수록 유의하게 증가($F=75.136, p < .001$)하였다. ABTS radical 소거능은 대조군은 52.93%, GGP-3은 55.51%, GGP-6은 63.55%, GGP-9는 67.29%로 첨가량이 증가할수록 유의하게 증가($F=145.751, p < .001$)하였다. FRAP 활성은 대조군은 729.67 mM FeSO₄/g, GGP-3은 762.67 mM FeSO₄/g, GGP-6은 810.56 mM FeSO₄/g, GGP-9는 1480.11 mM FeSO₄/g으로 첨가량이 증가할수록 유의하게 증가($F=172.242, p < .001$)하였다. 모든 항산화 특성 측정 결과에서 구증구포 생강 분말 첨가량이 증가할수록 항산화 활성이 증가함을 확인할 수 있었다.

아로니아즙 첨가 조청 연구(Eom et al., 2020)에서는 아로니아

아즙 첨가량이 증가할수록 총 폴리페놀 함량도 증가했다고 보고하였고, 아로니아즙을 첨가하여 제조한 단감잼의 경우(Lee et al., 2017)에서도 약 2.5배 정도 총 폴리페놀 함량이 높게 나왔다고 보고하였다. 증포 처리한 삼채 뿌리 열수추출물의 항산화활성 연구(Jun et al., 2016)에서 증포 온도 및 횟수가 증가함에 따라 총 폴리페놀 함량이 유의하게 증가하였고, Hwang 등(2006)의 한국산 배즙 연구에서도 열처리 온도가 높고 시간이 길수록 폴리페놀 함량이 유의하게 증가했다고 보고하여 본 연구결과와 같은 결과였다. 천마추출액을 첨가한 멥쌀 죽 조청(Lee et al., 2015)의 항산화 활성 결과로, 총 페놀함량은 천마추출액의 첨가 농도가 증가함에 따라 대조군보다 페놀함량이 1.8~3.8배 높았고, 천마농축액 첨가 젤리의 연구(Moon et al., 2011)에서도 같은 경향이었다고 보고하였다. ABTS 측정결과도 1.5~5.6배 이상 증가함을 보고하였으며, DPPH 측정결과와 FRAP값도 더 높은 값을 보였다고 보고하였다. 사과를 첨가한 아로니아 혼합잼의 ABTS와 DPPH 값 역시 아로니아즙의 첨가량이 증가할수록 유의하게 증가하였다고 보고(Park et al., 2016)하였는데, 이는 천마나 아로니아에 함유되어 있는 플라보노이드와 폴리페놀성 물질로 인해 증가한 것으로 보여진다. 이는 조청의 주원료인 쌀의 성분인 페놀화합물 중 ferulic acid, caffeic acid 및 p-coumaric acid 등의 페놀린산이 다당류와 에스터 결합으로 세포벽에 함유되어 있는데 (Vichapong et al., 2010; Walter et al., 2013), 가열 처리하는 조청 제조 과정에서 페놀성 물질이 조청으로 녹아 나와 조청 중의 총 폴리페놀 함량이 증가한 것으로 보여진다.

이는 구증구포의 가공방법이 생강의 유용성분 함량을 높일 수 있는 좋은 방법임을 확인할 수 있었고, 구증구포의 가공방법이 생강의 유용성분 함량을 높여 조청의 항산화 활성에도 긍정적인 효과를 주어 생강 조청의 개발 가능성을 확인하였다.

요약 및 결론

본 연구에서 구증구포 생강 분말을 첨가한 생강 조청을 제조하여 항산화 활성과 품질 특성을 조사함으로써, 생강 조청의 개발 가능성에 대한 기초자료를 제공하고자 하였으며, 그 결과는 다음과 같다. 구증구포 생강 분말 첨가 생강 조청의 일반성분 결과로 첨가량이 증가할수록 수분함량은 유의하게 감소($F=133.33, p < .001$), 탄수화물 함량은 유의하게 증가($F=36.15, p < .001$)하였고, 회분 함량은 증가, 조지방 함량은 감소, 조단백질 함량은 감소하였지만 유의한 차이는 보이지 않았다. 무기질 성분으로 K, Ca 및 Zn 등의 함량은 구증구포 생강 분말 첨가량이 증가할수록 높은 값을 보였다. 당도($F=200.00, p < .001$)와 점도($F=441.23, p < .001$)는 첨가량이 증가할수록 유의하게 감소하였고, pH는 유의하게 증가($F=59.18, p < .001$)하였다. 색도 중 L 값($F=1,458, p < .001$), a 값($F=44.56, p < .001$) 및 b 값($F=203, p < .001$)은 첨가량이 많을수록 유의하게 감소하였다. 구증구포 생강 분말 첨가 생강 조청의 항산화 활성 결과로 총 polyphenol 함량($F=86.015, p < .001$), 총 flavonoid 함량($F=885.012, p < .001$), DPPH radical 소거능($F=75.136, p < .001$), ABTS radical 소거능($F=145.751, p < .001$) 및 FRAP 활성($F=172.242, p < .001$) 등의 모든 항산화 특성 측정 결과에서 구증구포 생강 분말 첨가량이 증가할수록 항산화 활성이 증가함을 확인할 수 있었다. 위와 같은 결과에서 구증구포 생강 분말을 활용한 생강 조청이 높은 항산화 활성을 보여 주었고, 이를 활용하여 최근 건강한 단맛에 관심이 많은 소비자들에게 다양한 용도로 활용할 수 있는 가능성을 확인함으로써, 사라져가는 우리나라 전통음식의 계승, 발전에 이바지하고 항산화 활성과 품질 특성이 우수한 조청의 개발 가능성을 확인할 수 있었다.

Declaration of Conflicting Interests

The authors declare no conflict of interest with respect to the authorship or publication of this article.

References

Abdo, M. T., El-Ahmady, S. H., & Gad, H. A. (2021). Quality control and long-term stability study of ginger from different geographical origins using chemometrics. *Journal of the Science of Food and Agriculture, 101*(8), 3429-3438. <https://doi.org/10.1002/jfsa.10973>

A.O.A.C. (1990). *Official method of analysis* (15th ed, pp. 84-88). DC: Association of official analytical chemists

Bae, S. M., Park, K. J., Shin, D. J., Hwang, Y. I., & Lee, S. C. (2001). Preparation and characterization of Jochung with sweet persimmons. *Journal of Korean Society Agriculture Chemical Biotechnology, 44*(2), 88-91.

Benzie, I. F., & Strain, J. J. (1996). The ferric reducing ability of plasma(FRAP) as a measure of "antioxidant power": The FRAP assay. *Analytical Biochemistry, 239*(1), 70-76. <https://doi.org/10.1006/abio.1996.0292>

Blois, M. S. (1958). Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature, 181*, 1199-1200. <https://doi.org/10.1038/1811199a0>

Choi, D. E., Kim, K. H., & Jeon, E. R. (2024). Quality characteristics of butter sponge cakes added with whey protein concentrate(WPC). *Human Ecology Research, 62*(1), 59-68. <https://doi.org/10.6115/her.2024.005>

Choi, J. H. (2016). Preparation of Jochung added with rice bran and development of traditional *Dasik* (Unpublished Doctoral Dissertation). *Catholic University, Daegu, Korea.*

Chun, Y. G., & Chung, H. Y. (2011). Quality properties of fermented gingers. *Korean Journal Food Science Technology, 43*(3), 249-254.

Eom, H. J., Park, H. R., Cho, E. S., Kwon, N. R., Yoon, H. S., Kim, I. J., et al. (2020). Quality characteristics of Jochung, a rice syrup with aronia juice. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition, 49*(10), 1115-1120. <https://doi.org/10.3746/jkfn.2020.49.10.1115>

Folin, O., & Denis, W. (1912). On phosphotungstic-phosphomolybdic compound as color reagents. *The Journal of Biological Chemistry, 12*(2), 239-249. [https://doi.org/10.1016/S0021-9258\(18\)88697-5](https://doi.org/10.1016/S0021-9258(18)88697-5)

Hwang, I. G., Woo, K. S., Kim, T. M., Kim, D. J., Yang, M. H., & Jeong, H. S. (2006). Change of physicochemical characteristics of Korean pear(*Pyrus pyrifolia* Nakai) juice with heat treatment conditions. *Korean Journal of Food Science and Technology, 38*(3), 342-347.

Huang, M. T., Ho, S. T., & Lee, C. Y. (1992). *Phenolic compounds in food and their effects on health (II): Antioxidants and cancer prevention* (pp. 54-71). DC: American Chemical Society.

Im, P. R., Hwang, H. J., Im, J. Y., Hwang, Y. J., Nam, D. G., Choe, J. S., et al. (2021). Inhibitory effects of zingiber officinale roscoe roots, stems, and leaves on oxidative stress through free radical scavenging activity. *Journal Korean Society Food Science Nutrition, 50*(2), 128-135. <https://doi.org/10.3746/jkfn.2021.50.2.128>

Jang, J. Y., Lee, J., Choi, E. J., Choi, H. J., Oh, Y. J., Lee, S. H., et al. (2015). Effect of starter cultures on the antioxidant activities of allium hookeri root-hot water extract. *Korean Journal of Food and Cookery Science, 31*(1), 98-102. <https://doi.org/10.9724/kfcs.2015.31.1.098>

Jun, H. I., Yang, J. H., Song, G. S., & Kim, Y. S. (2016). Antioxidant compounds and activities of methanolic extracts from steam-

- dried allium hookeri root. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, 45(12), 1725-1731. <https://doi.org/10.3746/jkfn.2016.45.12.1725>
- Kang, M. J., & Shin, J. H. (2012). Quality characteristics of Jochung containing various of steamed garlic powder. *Korean Journal of Food and Cookery Science*, 28(6), 865-870.
- K.F.D.A. (2020). Food Code. *Korea Food and Drug Administration*(pp. 154-155). Munyoungsa, Seoul, Korea.
- Kim, E. J., & Ahn, M. S. (1993). Antioxidative effect of ginger extracts. *Korean Journal Society Food Cookery Science*, 9(1), 37-42.
- Kim, H. J., Lee, J. Y., You, B. R., Kim, H. R., Choi, J. E., Nam, K. Y., et al. (2011). Antioxidant activities of ethanol extracts from black ginseng prepared by steaming drying cycles. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, 40(2), 156-162. <https://doi.org/10.3746/jkfn.2011.40.2.156>
- Kim, H. S., Choi, J. H., Lee, H. J., Jeong, M. C., Kim, B. S., & Kim, D. M. (2010). Quality characteristics of treated with mild heat and minced ginger during storage. *Korean Journal of Food Preservation*, 17(6), 784-792.
- Kim, K. H., Park, S. S., Kim, D. I., Hong, K. B., Shin, E. C., Kim, I. Y., et al. (2023). Physicochemical and sensory characteristics of garlic and chili pepper powder produced by hot air, freeze, or microwave vacuum drying. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, 52(9), 922-928. <https://doi.org/10.3746/jkfn.2023.52.9.922>
- Lee, B. S., Ko, M. S., Kim, H. J., Kwak, I. S., Kim, D. H., & Chung, B. W. (2006). Separation of 6-gingerol from ginger(*Zingiber officinale* Roscoe) and antioxidative activity. *Korean Journal Biotechnology & Bioengineering*. 21(6), 484-488.
- Lee, J. H., Lee, J. A., Kim, M. J., Jeong, I. H., & Roh, S. S. (2022). Anti-inflammatory effects of linden obtusifolia extracts in raw 264.7 cells. *The Journal of Applied Oriental Medicine*, 22(1), 55-72.
- Lee, J. H., Park, J. H., Jeong, J. S., Song, D. N., Kim, Y. H., & Eom, H. J. (2017). Quality characteristics of sweet persimmon jams added with aronia juice. *The Korean Journal of Food and Nutrition*. 30(3), 433-439. <https://doi.org/10.9799/ksfan.2017.30.3.433>
- Lee, J. S., & Kim, A. J. (2020). Mixed ratio of mugwort Chochung and sugared garlic for optimizing antioxidant activity using response surface methodology(RSM). *Asian Journal of Beauty and Cosmetology*, 18(4), pp.505-519. <https://doi.org/10.20402/ajbc.2020.0067>
- Lee K. W., Kim, D. Y., & Lee, M. Y. (2015). Quality characteristics of gastrodia elata extract glutinous rice porridge Jochung and principal component analysis of antioxidant activity. *Journal of the East Asian Society of Dietary Life*, 25(6), 1018-1028. <https://doi.org/10.17495/easdl.2015.12.25.6.1018>
- Lee, K. W., & Lee, M. Y. (2015). Quality characteristics of gastrodia elata powder Jochung with antioxidant activity. *Journal of the Korean Society of Food Culture*, 30(5), 656-666. <https://doi.org/10.7318/KJFC/2015.30.5.656>
- Lee, M. H., Kim, K. T., & Lee, K. H. (2010). Quality characteristics of ginger(*Zingiber officinale* Roscoe) as the ripening periods. *Journal of Food Hygiene and Safety*, 27(4). 479-486.
- Lee, Y. S., Kang, Y. J., & Ryu, M. J. (2020). Antibacterial effect and deodorization effect of extracts from different parts of zingiber officinale. *Asian Journal of Beauty and Cosmetology*, 18(4), 521-531. <https://doi.org/10.20402/ajbc.2020.0070>
- Lertittikul, W., Benjakul, S., & Tanaka, M. (2007). Characteristics and antioxidative activity of maillard reaction products from a porcine plasma protein-glucose model system as influenced by pH. *Food Chemistry*, 100(2), 669-677. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.09.085>
- Maski, H. S., Saki, T. A., & Sakuri, H. (1995). Active oxygen scavenging activity of plant extracts. *Biological and Pharmaceutical Bulletin*, 18(1), 162-166. <https://doi.org/10.1248/bpb.18.162>
- Moon, J. N., Lee, S. W., Moon, H. K., Yoon, S. J., Lee, W. Y., Lee, S., et al. (2011). Quality characteristics of chunma(*Gastrodia elata* Blume) jelly with added gastrodia elata blume concentrate. *Korean Journal of Food and Cookery Science*, 27(5), 545-556. <https://doi.org/10.9724/kfcs.2011.27.5.545>
- Osborne, D. R., & Voogt, P. (1981). *The analysis of nutrients in foods*(pp. 266-270). London: Academic Press.
- Park, J. S., & Na, H. S. (2005a). Quality characteristics of Jochung containing various level of Letinus edodes powder. *Korean Journal Food Science Technology*, 37(5), 768-775.
- Park J. S., & Na, H. S. (2005b). Quality characteristics of Jochung containing various level of letinus edodes extracts. *Journal Korean Society Food Science Nutrition.*, 34(7), 1082-1090. <https://doi.org/10.3746/jkfn.2005.34.7.1082>
- Park, S. H., Park, J. H., Noh, J. G., Shin, H. M., Lee, S. H., Kim, Y. H., & Eom, H. J. (2016). Quality characteristics and antioxidant activities of aronia jams added with apple. *The Korean society of Food Preservation*. 23(2), 180-187. <https://doi.org/10.11002/kjfp.2016.23.2.180>
- Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M., & Rice-Evans, C. (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine*, 26(9-10), 1231-1237. [https://doi.org/10.1016/S0891-5849\(98\)00315-3](https://doi.org/10.1016/S0891-5849(98)00315-3)
- Sung, K. C. (2010). A study on the pharmaceutical characteristics and analysis of natural ginger extract. *The Korean Oil Chemists' Society*, 27(3), 266-272. <https://doi.org/10.12925/jkocs.2010.27.3.6>
- Um, H. J., & Kim, G. H. (2007). Studies on the flavonoid compositions of Elsholtzia spp. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, 20(2), 103-107.
- Vichapong, J., Sookserm, M., Srijesaruk, V., Swatsitang, P., & Srijaranai,

- S. (2010). High performance liquid chromatographic analysis of phenolic compounds and their antioxidant activities in rice varieties. *Food Science Technology*, 43(9), 1325-1330. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2010.05.007>
- Walter, M., Marchesan, E., Massoni, P. F. S., da Silva, L. P., Sartori, G. M. S., & Ferreira, R. B. (2013). Antioxidant properties of rice grains with light brown, red and black pericarp colors and the effect of processing. *Food Research International*, 50(2), 698-703. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.09.002>
- Wee, K. I., Kang, Y. H., & Lee, K. T. (2016). Physicochemical and sensory quality characteristics of various rice Jochung products. *Korean Journal Food Preservation*, 23(6), 804-810. <https://doi.org/10.11002/kjfp.2016.23.6.804>
- Yang, H. J., & Ryu, G. H. (2010). Preparation and characterization of Jochung, a grain syrup, with apple. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, 39(1), 132-137. <https://doi.org/10.3746/jkfn.2010.39.1.132>