

콩 완자전의 항산화 활성 및 물성 특성

장세리 · 양밍 · 안수미 · [†]박인식

동아대학교 식품영양학과

Antioxidative Activity and Texture Characteristics of *Wanja-jeon* with Soybean Powder

Seri Jang, Ming Yang, Su Mi Ahn and [†]Inshik Park

Dept. of Food Science and Nutrition, Dong-A University, Busan 604-714, Korea

Abstract

This study was conducted to improve the quality of *Wanja-jeon*, a Korean traditional food utilizing beef. Antioxidative evaluation of the ingredients in *Wanja-jeon* showed that soybean powder was highest in DPPH, ABTS radical scavenging activities and in reducing power among the food ingredients tested. Since soybean powder demonstrated high antioxidative activity, beef was replaced with soybean powder in *Wanja-jeon* to increase the antioxidative activity. All antioxidative activities such as DPPH and ABTS radical scavenging activities as well as reducing power increased with increases in the amount of soybean powder replacing beef. In texture analysis, the hardness, chewiness and brittleness of *Wanja-jeon* were highest when beef was replaced with 20% soybean powder, whereas the springiness and cohesiveness of the *Wanja-jeon* were highest with 50% of the beef replaced with soybean powder. The Hunter's color L and b values were highest in *Wanja-jeon* with 50% soybean powder replacing beef, while the a value of the color was highest in *Wanja-jeon* with 30% soybean replacing beef.

Key words: soybean powder, *Wanja-jeon*, antioxidative activities, texture, color

서 론

완자전은 우리나라 사람이 선호하는 육류 음식 중의 하나다. 전은 일상의 상차림에서 절식, 제례, 대소 연회식 등의 모든 행사에 빠지지 않고 쓰이는 음식 중의 한가지로서 섭취하고 있다. 전(煎)은 고기·생선·채소 등의 재료를 다지거나, 얇게 저며서, 밀가루·달걀로 옷을 입혀서 번철에 기름을 두르고 납작하게 양면을 지지내는 것으로 이것을 궁중에서는 전유화(煎油花)로 속간(俗間)에서는 저냐 또는煎이라고 하였다(Lee SW 1990). 전은 식재료의 제약을 받지 않고 여러 가지 재료를 사용하여 만드는 것이 가능하여 종류, 형태, 조리법이 매우 다양하다. 그리고 전은 우리나라 반찬류 조리법 중에 튀김요리가 거의 없으므로 그 중 기름의 섭취를 가장 많이 할 수 있는 음식으로 이용되고 있고, 그런 연유로 전류

요리는 예로부터 우리 식생활에 특색 있는 한국 고유의 음식으로 자리 잡을 수 있었다(Lee HJ 1998; Hwang JH 2005).

다량의 육류 섭취는 암 발생률과 관련이 있다는 보고가 있으며(Kim DH 2009), 육류 섭취로 인하여 암 발생 가능성을 증가시킬 수 있는 물질로는 육류의 고지방 함량, 육류를 고온에서 조리/가공 중에 발생하는 헤테로고리 아민(heterocyclic amine: HCA), 다고리방향족 탄화수소(polycyclic aromatic hydrocarbons: PAH), 고기 자체 또는 조리/가공 중에 자생적으로 발생하는 N-nitroso compounds(NOCs) 및 heme 철분이 밝혀져 있다(Lewin 등 2006; Santarelli 등 2008; Allam 등 2011). 그리고 활성산소종과 같은 산화스트레스는 단백질과 DNA의 산화, 세포막의 산화, 효소의 불활성화, 유전자의 변형을 유발하는 독성물질을 생성과 관련이 높으며, 이것이 암 발생 등 다양한 질병의 원인으로 보고되고 있다. 이러한 산화스트레

[†] Corresponding author: Inshik Park, Dept. of Food Science and Nutrition, Dong-A University, Busan 604-714, Korea. Tel: +82-51-200-7322, Fax: +82-51-200-7535, E-mail: ispark@dau.ac.kr

스를 줄이는 것이 다양한 질병을 예방하는 효과적인 방법으로 인정되고 있다(Paulsen 등 1998).

콩(soybean)은 육류를 대신하여 단백질과 지방질을 보충할 수 있는 대표적인 식물성 단백질 급원으로 포화지방이 적은 반면 필수아미노산이 풍부하며, 비타민과 무기질 등의 영양소가 고르게 함유되어 있는 건강식품이다(Messina 등 1994; Hendrich 등 1994; Messina M 1995). 콩은 영양적 우수성 이외에 다양한 기능성 성분이 함유되어 있어 항산화 효과, 항동맥경화 효과, 혈전 용해 효과, 당뇨 예방 효과, 항암 효과, 알츠하이머형 치매 예방 등의 효과가 밝혀지면서 기능성 식품 소재로서 관심과 연구의 대상이 되고 있다(Shon MY 2007). 콩에는 isoflavone과 같은 생리 활성물질이 많으며, 특히 isoflavone에 속하는 genistein에 관한 연구가 많이 수행되었다. 콩이 질병예방에 중요한 식품으로 인정되는 것은 콩에 포함되어 있는 genistein 등의 강력한 항산화 활성에 기인하는 것으로 보고되고 있다.

콩은 항산화 활성이 높을 뿐 아니라, 단백질 함량이 또한 풍부한 식물성 식품으로, 완자전에 주재료로 이용되는 소고기의 일부를 콩으로 대체하여 완자전을 제조하면 항산화 활성과 같은 생리 활성이 상승할 것으로 기대하여 본 연구를 수행하였다. 그리고 콩 함유 완자전이 가열조리에 의하여 물성과 색도가 변화하는가를 확인하고, 전통식품인 완자전의 개량에 관한 기초자료를 제시하고자 한다.

재료 및 방법

1. 실험재료

본 연구에 사용한 콩가루는 2013년 4월 국내산으로 구입하여 사용하였다. 소고기(우둔살, 호주산), 두부(대두 100%,

국산), 대파, 마늘, 참기름은 2013년 6월 부산 시내 마트에서 구입하여 냉장 보관하여 사용하였다. 그리고 1,1-diphenyl-1-picrylhydrazyl(DPPH), Folin-Ciocalteu 시약, 2,2'-azinobis-3-ethyl benzothiazoline-6-sulfonic acid(ABTS), gallic acid, BHT 등 사용한 시약은 Sigma Chemical Co.(St. Louis, MO, USA)에서 구입하였다.

2. 완자전의 배합비율 및 제조방법

1) 완자전의 배합비율

소고기, 콩가루, 두부, 대파, 마늘, 소금, 설탕, 참기름 등을 혼합하여 제조한 완자전의 배합비율은 Table 1과 같다. 시료는 소고기, 콩가루의 첨가 함량에 따라 나누었다.

2) 완자전의 제조방법

완자전의 제조 방법은 전통 요리책에 소개된 조리법 (Hwang 등 1992)을 변형하여 현재 급식소에 사용되는 레시피와 예비실험을 통해 재료, 분량, 조리시간, 온도 등을 수정, 보완한 레시피를 이용하여 제조하였다. 소고기는 살을 곱게 다지고, 두부는 깨끗한 행주로 써서 도마 등 무거운 것으로 눌러서 물기를 빼서 곱게 으갠다. 다진 소고기와 으갠 두부를 합하여 다진 대파, 다진 마늘, 소금, 설탕, 참기름으로 양념하여, 지름 3~5 cm, 두께 1 cm 정도의 크기로 동글납작하게 정형한 후, 오븐(신신공업사, SDO-22, 국산)을 이용하여 150℃에서 10분간 가열하였다.

3. 완자전 항산화 실험

1) 시료 제조

항산화 활성 및 총 폴리페놀 함량 측정에 완자전 또는 완

Table 1. The formula of *Wanja-jeon* with soybean powder

Ingredient(g)	Contents of soybean ¹⁾					
	Control	WJ-A	WJ-B	WJ-C	WJ-D	WJ-E
Beef	200	166.8	133.6	100.4	67.2	34
Soybean	0	20	40	60	80	100
Water	0	13.2	26.4	39.6	52.8	66
Tofu	100	100	100	100	100	100
Green onion	20	20	20	20	20	20
Sesame oil	20	20	20	20	20	20
Garlic	10	10	10	10	10	10
Sugar	16	16	16	16	16	16
Salt	4	4	4	4	4	4

¹⁾ Control, *Wanja-jeon* without soybean powder; WJ-A, WJ-B, WJ-C, WJ-D and WJ-E denote *Wanja-jeon* base with 10%, 20%, 30%, 40% and 50% of soybean powder replacing beef.

자전에 사용된 재료(10 g)에 증류수를 가하여 100 mL로 조절 한 후, Stomacher 40 Circulator(Seward, England)를 이용하여 260 rpm에서 4분간 분쇄하였다. 분쇄 후, 30분간 교반하여 재 료의 수용성 성분을 추출하였다. 그리고 추출액은 여과 후, 15,000 rpm에서 10분간 원심분리하고, 상등액을 본 실험에 사용하였다.

2) 총 폴리페놀 함량 측정

총 폴리페놀 함량은 Folin & Denis(1912)법을 응용하여 측 정하였다. 시료는 증류수로 10배 희석한 희석액 400 μ L에 2 배로 희석한 Folin 시약 400 μ L를 첨가하고, 잘 혼합한 후 3분 간 방치하여 400 μ L의 10% Na_2CO_3 를 서서히 가하였다. 이 혼합액을 1시간 동안 방치한 후 spectrophotometer를 사용하여 700 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이때 총 폴리페놀 함량 은 gallic acid를 이용한 표준곡선으로부터 함량을 구하였다.

3) 환원력 측정

환원력 측정은 Oyaizu M(1986)의 방법을 변형하여 측정하 였다. 시료 100 μ L에 0.2 M sodium phosphate buffer(pH 6.6) 250 μ L, 1% potassium ferricyanide 250 μ L를 각각 혼합하여 50 $^\circ$ C에서 30분 동안 반응시킨 후 10% trichloroacetic acid 250 μ L를 가하였다. 위 반응액을 3,000 rpm에서 10분간 원심분리 하여 상등액 500 μ L에 증류수 500 μ L, 0.1% ferric chloride 100 μ L를 가한 혼합한 반응액의 흡광도 값을 700 nm에서 측정하 여 환원력을 나타내었다. 시료의 환원력은 BHT의 용량(mg) 으로 표시하였다.

4) DPPH 라디칼 소거능 측정

DPPH radical 소거법은 항산화 물질의 전자공여능으로 인 해 방향족 화합물 및 방향족 아민류에 의해 환원되어 자색이 탈색에 의해 나타내는 정도를 지표로 하여 항산화능을 측정 하는 방법이다. 0.4 mM 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl(DPPH)용 액 0.8 mL에 에탄올 적당량(3.0~4.0 mL)을 가하고 10초 동안 강하게 진탕하여 분광광도계의 흡광도 값이 0.95~0.99가 되 도록 에탄올을 가하였다. 다음에 시료 용액 0.2 mL에 DPPH 용액 0.8 mL를 가하고, 10초 동안 강하게 진탕한 후 10분 동 안 방치하고, 520 nm에서 흡광도를 측정하였다. 대조군은 시 료 용액대신에 같은 양의 에탄올을 가하여 진탕하고 방치한 후 흡광도를 측정하였다(Blois MS 1958).

5) ABTS 라디칼 소거능 측정

ABTS 라디칼 소거능 활성 측정은 Re 등(1999)의 방법을 변형하여 실시하였다. 최종농도를 7.4 mM 2,2'-azidobis 3-ethyl benzothiazoline-6-sulfonic acid(ABTS)와 2.6 mM potassium per-

sulfate 1:1로 혼합하여 실온인 암소에서 24 시간 동안 방치하 여 ABTS $^+$ 를 형성시킨 후 734 nm에서 흡광도 값이 1.4~1.5가 되도록 ethanol로 희석하였다. 희석된 ABTS 용액 950 μ L에 시료를 다양한 농도별로 50 μ L씩 첨가한 후 10분 후에 734 nm에서 흡광도를 측정하였다.

4. 물성 측정

콩가루를 첨가한 완자전의 물성은 Rheometer(Compac-100II, Sun Scientific Co. Ltd, Tokyo, Japan)를 사용하여 측정하였다. 시료는 가로 3 cm, 세로 3 cm, 두께 1 cm로 제조한 후, 30분 후에 2회 반복 압착시험(two-bite compression test)으로 경도 (hardness), 탄력성(springiness), 응집성(cohesiveness), 씹힘성 (chewiness), 깨짐성(brittleness)을 3회 반복 측정하였으며, 이 때 Rheometer의 측정 조건은 Table 2와 같다.

5. 색도 측정

콩가루를 첨가한 완자전의 색도는 색차계(Color-meter, JC801S JUKI)를 사용하여 명도 L값(lightness), 적색도 a값(redness), 황색도 b값(yellowness)을 각 시료 당 3회 반복 측정하여 그 평균값으로 나타내었으며, 그리고 사용된 calibration plate의 L값은 91.36, a값은 0.59, b값은 2.77이었다.

6. 통계분석

본 실험에 대한 통계분석은 SPSS 통계프로그램(Statistical Package for the Social Sciences, Ver. 20.0 SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하여 각 측정군의 평균과 표준편차를 산출 하고, 처리간의 차이 유무를 one-way ANOVA(Analysis of variation)로 분석한 뒤, 유의적 차이가 있는 항목에 대해서는 Duncan's multiple range test로 $p < 0.05$ 수준에서 유의차 검정을 실시하였다.

결과 및 고찰

1. 완자전 재료의 항산화 활성

Table 3은 완자전의 재료로 사용된 두부, 양파, 소고기, 마

Table 2. Instrumental conditions for Rheometer

Measurement	Condition
Test speed	60 mm/min
Load cell	10 kg
Sample width	30 mm
Sample height	10 mm
Deformation time	5 sec
Sample compressed	30%

Table 3. DPPH radical scavenging activity and ABTS radical scavenging activity of *Wanja-jeon* ingredients

Sample	IC ₅₀ (mg/mL) ¹⁾	
	DPPH radical scavenging activity	ABTS radical scavenging activity
Tofu	503.57±31.30 ^a	247.75±15.65 ^a
Green onion	412.64±11.20 ^b	168.07±5.60 ^b
Beef	148.90±5.18 ^c	63.31±2.59 ^c
Garlic	148.65±1.72 ^c	62.65±0.86 ^c
Soybean	62.04±1.36 ^d	28.31±0.68 ^d
<i>F</i> -value	579.85***	503.05***

¹⁾ These values are means ± S.D. of triplicate determinations.

****p*<0.001

^{a-d} Means with different superscript in the same row are significantly different (*p*<0.05) by the Duncan's multiple range test.

늘 및 콩에 존재하는 DPPH 및 ABTS 라디칼 소거능을 측정하여 IC₅₀값으로 나타낸 것이다. DPPH 라디칼 소거능을 모든 완자전의 재료 추출물의 DPPH 라디칼 소거능은 농도 의존적으로 증가하였으며, DPPH 라디칼을 50% 소거하는 농도인 IC₅₀는 콩가루 추출물이 62.04 mg/mL로 가장 낮았다. 그리고 ABTS 라디칼의 IC₅₀는 콩가루 추출물이 28.31 mg/mL로 다른 재료들에 비해 유의적으로 낮았으며, 이는 DPPH radical 소거능 분석에서 나타난 결과와 일치하였다. 두부는 콩으로 제조한 식물성 식품이지만 항산화 활성은 매우 낮았으며, 이러한 현상은 두부를 제조할 때 수용성인 polyphenol 물질이 대부분 제거되기 때문에 식물성인 콩으로부터 제조된 두부가 항산화 활성이 낮았다고 보고된 것과 같은 결과를 보였다

(Song HS 2012). 콩의 대표적인 항산화 성분으로는 페놀 화합물들, 즉 flavonoids와 phenolic acid들이 분리·확인되어 보고되고 있으며, 콩의 생리 활성물질로 각광을 받고 있는 isoflavone 중 genistein은 유해한 활성 산소종을 제거하여 항산화 효과를 나타내며(Pratt & Birac 1979; Record 등 1995), 암세포가 면역시스템에 의한 공격을 피해 살아남을 수 있게 도와주는 heart shock protein(HSP), glucose-related protein(GRPS) 등 스트레스 단백질의 생성을 저해함으로써 유방암, 직장암, 전립선암 등에 대한 항암작용을 나타내는 것으로 알려져 있다(Wei 등 1993; Wei 등 1996). 그리고 콩에 존재하는 phenolic acids는 chlorogenic acid, isochlorogenic acid, caffeic acid, ferulic acid, *p*-coumaric acid, syringic acid, vanillic acid, *p*-benzoic acid 등이 있으며, 특히, chlorogenic acid, isochlorogenic acid 및 caffeic acid는 상당한 항산화 효과를 나타내는 것으로 알려져 있다(Naim 등 1974; Sangor & Pratt 1974; Hayes 등 1977).

2. 콩가루 첨가 완자전의 항산화 활성

Table 4는 소고기를 콩가루로 10%에서 50%로 대체하여 완자전을 제조한 후, 완자전에 존재하는 총 페놀 함량, DPPH, ABTS 라디칼 소거능 및 환원력을 측정한 것이다. 소고기를 대체하여 콩가루를 첨가하여 제조한 완자전의 항산화 활성은 콩가루를 40%까지 증가함에 따라 유의적으로 증가하였으며, 콩가루를 50% 첨가한 경우에는 40% 첨가 완자전과 유의적인 차이가 없었다. 콩가루를 첨가하지 않은 완자전의 DPPH 라디칼 소거능은 16.89%인데 비해, 10% 콩가루 첨가한 완자전은 22.87%, 20% 콩가루 완자전은 27.40%, 그리고 40% 콩가루 완자전은 DPPH 라디칼을 31.98%를 소거하였다. 또한 ABTS 라디칼 소거능, 환원력 및 총 폴리페놀 함량도 콩가루

Table 4. Total phenol, DPPH radical scavenging activity, ABTS radical scavenging activity and reducing power of *Wanja-jeon* with soybean powder

	Concentration(%)						<i>F</i> -value
	Control ¹⁾	A	B	C	D	E	
Total phenol (µg/mL)	350.73±3.28 ^e	366.41±2.70 ^d	417.14±2.31 ^c	449.45±2.12 ^b	505.36±2.51 ^a	503.59±1.16 ^a	364.44***
DPPH radical (%)	16.89±0.36 ^e	22.87±1.21 ^d	27.40±0.48 ^c	29.24±1.03 ^b	31.98±0.42 ^a	32.71±0.73 ^a	339.99***
ABTS radical (%)	39.37±1.07 ^e	51.49±0.95 ^d	54.21±0.99 ^c	57.18±1.07 ^b	60.31±1.12 ^a	60.40±1.07 ^a	1,274.95***
Reducing power (mg/mL)	0.84±0.01 ^e	1.12±0.04 ^d	1.41±0.04 ^c	1.70±0.02 ^b	2.00±0.03 ^a	2.02±0.04 ^a	4,447.82***

¹⁾ Control, *Wanja-jeon* without soybean powder; A, B, C, D and E denote *Wanja-jeon* base with 10%, 20%, 30%, 40% and 50% soybean powder replacing beef.

These values are means ± S.D. of triplicate determinations. ****p*<0.001

^{a-e} Means with different superscript in the same row are significantly different (*p*<0.05) by the Duncan's multiple range test.

의 첨가량이 40%까지 증가할수록 유의적으로 증가하였다. 이와 같이 소고기를 대체하는 콩가루의 첨가량이 증가할수록 제조된 완자전의 향산화 활성이 증가하는 것은 콩이 소고기보다 향산화 활성이 높기 때문으로 판단된다.

3. 콩가루를 첨가한 완자전의 물성

Table 5는 콩가루를 첨가하여 제조한 완자전의 물성을 Rheometer를 이용하여 견고성(hardness), 탄력성(springiness), 응집성(cohesiveness), 씹힘성(chewiness), 깨짐성(brittleness)을 측정된 결과이다. 콩가루를 첨가하여 제조한 완자전은 콩가루를 첨가하지 않은 대조군에 비하여 견고성이 유의적으로 증가하였다. 완자전을 가열 조리한 경우에는 콩가루 첨가량이 많아질수록 견고성이 감소하는 경향을 나타냈다. 완자전의 탄력성은 콩가루를 40% 이상 첨가하는 경우에는 증가하였으나, 30% 이하로 첨가하는 경우에는 감소하였다. 가열 조리된

완자전은 첨가한 콩가루의 함량이 높을수록 탄력성이 감소하였다. 완자전의 응집성은 콩가루 첨가량이 많을수록 증가하였으나, 가열조리 후에는 콩가루 첨가량이 많아질수록 응집성이 낮았다. 이와 같은 결과는 탄력성과 유사하였다. 씹힘성에서는 콩가루 20% 첨가한 완자전이 가장 높게 나타났고, 10%, 30%, 대조군, 40% 및 50% 순이었다. 그리고 가열 조리된 콩가루 첨가 완자전은 씹힘성에서 유의적인 차이는 없었지만 대조군과는 유의적인 차이를 보임으로써, 콩가루 첨가량이 많아질수록 씹힘성이 감소한 경향을 나타냈다. 이는 견고성 분석에서 나타난 결과와 일치하게 나타났다. 깨짐성은 콩가루 20% 첨가한 완자전이 가장 높았고, 그리고 조리된 콩가루 첨가 완자전은 대조군과는 유의적인 차이가 있으며, 콩가루 첨가량이 많아질수록 깨짐성이 감소하는 경향을 나타냈다. 이는 경도 분석에서 나타난 결과와 일치하였다. 콩가루 첨가량과 가열조리에 의한 완자전의 견고성, 탄력성, 응집성,

Table 5. Texture properties of *Wanja-jeon* with soybean powder

Texture parameters	Level	Sample(%)						F-value
		Control ¹⁾	10	20	30	40	50	
Hardness	Raw	523.22±16.51 ^b	606.50±18.48 ^a	611.67±15.45 ^a	589.70±17.49 ^a	522.43±23.44 ^b	481.43±17.01 ^c	38.64***
	Heated	3,270.51±270.77 ^a	2,728.87±142.87 ^b	2,022.32±176.54 ^c	1,491.73±166.06 ^d	1,557.29±248.79 ^d	1,549.80±78.26 ^d	60.07***
Springiness	Raw	34.32±2.52 ^{bc}	27.61±4.63 ^d	25.12±2.89 ^d	30.02±4.94 ^{cd}	39.84±3.44 ^b	72.73±6.75 ^a	72.85***
	Heated	79.66±2.27 ^a	73.05±2.58 ^b	66.90±3.90 ^c	61.43±2.47 ^d	57.12±1.27 ^e	58.38±2.20 ^{de}	62.11***
Cohesiveness	Raw	28.73±0.53 ^c	24.52±3.23 ^d	20.03±1.06 ^e	25.01±4.23 ^{cd}	33.89±1.62 ^b	49.31±5.62 ^a	62.20***
	Heated	64.00±2.38 ^a	54.18±2.56 ^b	50.09±3.27 ^c	45.05±4.06 ^d	41.98±1.73 ^{de}	40.61±1.70 ^e	54.13***
Chewiness	Raw	53.65±0.53 ^d	60.35±0.80 ^b	61.44±0.83 ^a	57.95±0.90 ^c	50.95±1.02 ^e	50.38±0.45 ^c	186.33***
	Heated	777.02±85.03 ^a	557.58±30.28 ^b	347.34±41.26 ^c	215.17±38.74 ^d	201.58±50.60 ^d	202.05±79.10 ^d	82.92***
Brittleness	Raw	1,570.62±108.25 ^c	2,428.32±99.31 ^b	2,734.83±72.70 ^a	2,316.11±200.42 ^b	1,262.57±194.24 ^d	1,040.26±112.94 ^e	133.33***
	Heated	61,366.10±3,819.18 ^a	40,750.58±2,944.24 ^b	22,288.48±2,242.48 ^c	13,189.06±2,257.91 ^d	10,645.24±2,208.68 ^d	10,425.41±2,581.4 ^d	245.51***

¹⁾ Control, *Wanja-jeon* without soybean powder; *Wanja-jeon* base with 10%, 20%, 30%, 40% and 50% of soybean powder replacing beef. These values are means ± S.D. of triplicate determinations. ****p*<0.001

^{a-c} Means with different superscript in the same row are significantly different (*p*<0.05) by the Duncan's multiple range test.

Table 6. Hunter's color value of *Wanja-jeon* with soybean powder

Hunter's color value	Level	Sample(%)						F-value
		Control ¹⁾	10	20	30	40	50	
L	Raw	56.21±0.31 ^c	57.46±0.29 ^d	61.43±0.24 ^c	61.83±0.34 ^c	63.64±0.39 ^b	65.68±0.34 ^a	498.75***
	Heated	57.44±0.16 ^a	54.65±0.45 ^b	54.65±0.37 ^b	53.63±0.36 ^c	52.45±0.24 ^d	52.65±0.36 ^d	141.88***
a	Raw	3.20±0.10 ^b	5.16±0.73 ^a	5.31±0.25 ^a	5.40±0.28 ^a	4.86±0.35 ^a	3.38±0.46 ^b	32.26***
	Heated	5.99±0.46 ^b	6.20±0.50 ^b	7.72±0.78 ^a	8.08±0.62 ^a	8.58±0.68 ^a	7.97±0.93 ^a	13.40***
b	Raw	18.61±0.16 ^f	19.57±0.42 ^e	20.20±0.36 ^d	21.44±0.24 ^c	22.54±0.34 ^b	25.27±0.42 ^a	202.90***
	Heated	20.51±0.75 ^f	24.34±0.57 ^c	27.59±0.85 ^d	30.26±1.15 ^c	33.64±0.84 ^b	36.59±0.94 ^a	281.82***

¹⁾ Control, *Wanja-jeon* without soybean powder; *Wanja-jeon* base with 10%, 20%, 30%, 40% and 50% of soybean powder replacing beef. These values are means ± S.D. of triplicate determinations. ****p*<0.001

^{a-f} Means with different superscript in the same row are significantly different (*p*<0.05) by the Duncan's multiple range test.

씹힘성 및 깨짐성과 같은 물성의 변화는 완자전에 함유되어 있는 단백질이 가지고 있는 보수력, 유화력, 겔 형성능력, 입자간의 점착성과 같은 기능적인 특성에 의해 결정되는 것으로 판단된다(Mittal & Usborne 1985; Kinsella JE 1979).

4. 콩가루 첨가 완자전의 색도

완자전에 콩가루 첨가량에 따른 색도 측정 결과는 Table 6과 같다. L(lightness)값은 모든 시료가 유의적인 차이를 보였는데, 대조군이 가장 낮았으며, 콩가루 첨가량이 많을수록 L값이 증가하였다. 그러나 조리된 완자전에서는 대조군이 가장 높았으며, 콩가루 첨가량이 많을수록 L값은 감소하였다. 그리고 a(+redness/(-)greenness)값은 콩가루 10% 첨가한 완자전은 5.16, 20%는 5.31, 30%는 5.40, 40%는 4.86으로 시료 간의 유의적인 차이는 없었지만, 대조군 3.20과는 유의적인 차이를 보였다. 또한 조리된 완자전에서는 콩가루 20% 첨가한 완자전은 7.72, 30%는 8.08, 40%는 8.58, 50%는 7.97으로 시료 간의 유의적인 차이는 없었지만 대조군 5.99와는 유의적인 차이를 보였다. 그리고 b(+yellowness/(-)blueness)값은 조리하지 않은 완자전에 각 첨가량을 달리한 모든 시료가 유의적인 차이를 보였는데, 대조군이 가장 낮았으며, 콩가루 첨가량이 많을수록 b값이 증가하였다. 또한 조리된 완자전의 결과를 보면 콩가루 50% 첨가한 완자전이 가장 높았으며, 콩가루 첨가량이 많을수록 b값이 증가하였다.

요약 및 결론

완자전의 재료로 사용되는 소고기를 대체하여 콩을 첨가하여 새로운 완자전을 만들고, 완자전의 항산화 활성, 물성 및 색도의 변화를 측정하였다. 완자전에 사용된 재료의 DPPH, ABTS 라디칼 소거능 및 환원력은 모든 농도 의존적으로 증가하였으며, 특히 IC₅₀은 콩가루 추출물이 다른 재료들에 비해 유의적으로 높았다. 콩가루 첨가 완자전의 DPPH 라디칼 소거능은 콩가루를 40%까지 첨가량이 증가함에 따라 유의적으로 증가하였다. 콩가루를 첨가하지 않은 완자전의 DPPH radical 소거능은 16.89%인데 비해, 10% 콩가루 첨가한 완자전은 22.87%, 20% 콩가루 완자전은 27.40%, 그리고 50% 콩가루 완자전은 DPPH 라디칼을 32.71% 소거하였다. 그리고 ABTS 라디칼 소거능과 환원력 및 총 폴리페놀 함량은 콩가루의 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가하였다.

콩가루 첨가 완자전의 견고성은 조리하지 않은 완자전은 변화가 없었으나, 조리 후에는 콩가루 첨가량이 많아질수록 감소하였다. 탄력성 및 응집성은 조리 전에는 콩가루 첨가량이 많아짐에 따라 증가하지만, 조리 후에는 감소하였다. 씹힘성과 깨짐성은 조리 전에는 변화가 없지만, 조리 후에는 콩가

루 첨가량이 많아질수록 감소하였다. 완자전에 콩가루 첨가량에 따른 색도 측정 결과, L값은 조리 전에는 콩가루 첨가량이 많을수록 L값이 증가하였으나, 조리 후에는 점차 감소하였다. 콩가루 첨가량이 많을수록 완자전의 a값이 증가하다가 감소하는 경향을 나타냈으며, b값은 증가하였다. 콩가루를 첨가한 완자전은 항산화 활성이 증가함으로 건강식품으로 이용하기 가능하며, 향후 다양한 생리 활성 및 활성성분 규명 등에 대한 지속적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 동아대학교 교내연구비 지원에 의하여 연구되었음.

References

- Allam O, Bahaud D, Tache S, Naud N, Corpet DE, Pierre FH. 2011. Calcium carbonate suppresses haem toxicity markers without calcium phosphate side effect on colon carcinogenesis. *Brit J Nutr* 105:384-392
- Blois MS. 1958. Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature* 181:1199-1200
- Folin O, Denis W. 1912. On phosphotungstic-phospho-molybdic compounds as color reagents. *J Biol Chem* 12:239-249
- Hayes RE, Bookwalter GN, Bagley EB. 1977. Antioxidant activity of soybean flours and derivatives-A review. *J Food Sci* 42:1527-1532
- Hendrich SK, Lee W, Xu X, Wang HH, Murphy PA. 1994. Defining food component as new nutrient. *J Nutr* 124:1789-1792S
- Hwang HS, Han BJ, Han BR. 1992. Korean Traditional Food. p. 354. Kyo Moon Sa, Seoul, Korea
- Hwang JH. 2005. A study on the intake and preference for pan fried dishes. MS Thesis, Sookmyung Women's Univ. Seoul, Korea
- Kim DH. 2009. Risk factors of colorectal cancer. *J Korean Soc Coloproctol* 25:356-362
- Kinsella JE. 1979. Functional properties of soy proteins. *J Am Oil Chem Soc* 56:242-258
- Lee HJ. 1998. Korean Food Culture. pp. 228-234. Shin Kwang Publishing Co., Seoul, Korea
- Lee SW. 1990. Cultural History of Korean Cuisine. pp. 186-187. Kyo Moon Sa, Seoul, Korea
- Lewin MH, Bailey N, Bandaletova T, Bowman R, Cross AJ,

- Pollaock J, Shuker DE, Bingham SA. 2006. Red meat enhances the colonic formation of the DNA adduct of O⁶-carboxymethylguanine: Implication of colorectal cancer risk. *Cancer Res* 66:1859-1865
- Messina M, Persky V, Setchell KDR, Branes R. 1994. Soy intake and cancer risk, A review of the *in vitro* and *in vivo* data. *Nutr Cancer* 21:113-131
- Messina M. 1995. Modern applications for an ancient bean: soybeans and the prevention and treatment of chronic disease. *J Nutr* 125:567S-569S
- Mittal GS, Osborne WR. 1985. Meat emulsion extender. *Food Technol* 39:121-130
- Naim MB, Gestetner B, Zilkah S, Birk Y, Bondi A. 1974. Soybean isoflavones characterization determination and anti-fungal activity. *J Agric Food Chem* 22:806-810
- Oyaizu M. 1986. Studies on products of browning reactions: antioxidative activities of products of browning reaction prepared from glucosamine. *Jpn J Nutr* 44:307-315
- Paulsen HE, Prieme H, Loft S. 1998. Role of oxidative DNA damage in cancer initiation and promotion. *Eur J Cancer Prevent* 7:9-16
- Pratt DE, Birac PM. 1979. Source of antioxidant activity of soybeans and soy products. *J Food Sci* 44:1720-1725
- Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Yang M, Riceevans C. 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biol Med* 26:1231-1237
- Record IR, Dreosit IE, McInerney JK. 1995. The antioxidant activity of genistein *in vitro*. *J Nutr Biochem* 6:481-485
- Sangor MR, Pratt DE. 1974. Lipid oxidation and fatty acid change in beef combined with vegetables and textured vegetable protein. *J Am Diet Assoc* 64:268-270
- Santarelli R, Pierre F, Corpet DE. 2008. Processed meat and colorectal cancer. A review of epidemiologic and experimental evidence. *Nutr Cancer* 60:131-144
- Shon MY. 2007. Antioxidant and anticancer activities of glycine semen germinatum fermented with germinated black soybean and some bacteria. *Korean J Food Preserv* 14:538-544
- Song HS. 2012. Antioxidant activity and quality characterization of wheat meat. Ph.D Dissertation, Dong-A Univ. Busan, Korea
- Wei H, Cai Q, Rahn R. 1996. Inhibition of UV-light and fenton reaction-induced oxidative DNA damage by the soybean isoflavone genistein. *Carcinogenesis* 17:73-78
- Wei H, Wei L, Frenkel K, Bowen R, Barnes S. 1993. Inhibition of tumor promotor-induced hydrogen peroxide formation *in vitro* and *in vivo* by genistein. *Nutr Cancer* 20:1-12

Received 30 October, 2013

Revised 12 December, 2014

Accepted 15 December, 2014