

Research Note

브로콜리 추출물을 이용한 우동 고명용 튀김볼의 저장성 증진

이영덕 · 조석철*

서원대학교

Improving Preservation of Udong Fried-Balls by Using Broccoli Extract

Young-Duck Lee and Seok-Cheol Cho*

Seowon University

Abstract

This study investigated the effect of natural and chemical food additives on the oxidative quality and shelf life of fried-balls used in Udong. Specifically, we evaluated the antioxidant activity of hot water extracts from broccoli added to fried-balls. When treated with antioxidants, fried-balls exhibited lower acid and peroxide values than that of the control group (untreated fried-balls). In addition, the analysis of GC/MS revealed that the contents of unsaturated fatty acids in the fried balls treated with antioxidants were higher than that of the untreated fried-balls, suggesting that the antioxidants slowed the oxidation. Our results showed that broccoli extract was effective in inhibiting oxidation of fried balls used in Udong. Therefore, these antioxidants might be used as food additives to preserve fried balls and consequently extend the shelf-life.

Key words: Fried-balls, Broccoli, Rancidity, Preservation

서 론

면류는 곡류와 전분을 주원료로 가늘고 길게 썰거나 뽑아내어 삶아먹거나 비벼먹는 음식을 총칭하는 것으로 (Kim, 1997), 세계적으로 널리 분포되어 있는 분식형 식품이다. 국내에서는 국민 소득 증가와 사회 발전으로 인해 핵가족화 또는 1인 가족 증가, 여성 사회 진출 확대, 식품 가공 기술 발전, 세계화 등으로 인해 다양한 국수 제품들이 생산되고 있다(Kim & Kim, 1989).

현재 식품공전에서는 넓게 용도에 따라 국수, 냉면, 당면, 파스타류로 분류하고 있다. 그리고, 주원료 및 가공방법 등 다양한 기준으로 분류할 수 있으며, 주원료에 따라 밀을 넣은 밀국수, 메밀을 넣은 메밀국수, 쌀을 넣은 쌀국수, 전분을 넣은 당면, 밀로 만든 이태리의 스파게티 등이 있다. 이외에도 가공방법, 면발의 너비, 성형방법에 따라 나눌 수 있다. 이러한 면류 제품 중 우동은 가공 방법에 따라 생면 또는 숙면에 속하며, 한국 전통 식품이 아닌 일본에서 유래한 면류 식품이지만 국내에서 판매되는 우동은

국물 등을 만드는 방법이 일본식 우동과 달라져 한국화된 음식으로 인식되기도 한다. 일반적으로 우동은 국물은 가쓰오부시를 기본으로 하여 다양한 첨가물을 가하여 제조되며, 이와 함께 우동에 가미되는 것이 고명으로 튀김볼, 어묵, 해산물 등을 첨가하여 만들어 진다. 고명으로 사용되는 튀김볼은 반죽을 고온으로 가열 처리된 기름에 튀겨서 크기가 작은 알갱이 형태를 띠고 있다. 이러한 튀김볼은 식감과 풍미로 인해 우동 이외에도 다양한 식품에 고명으로 사용되고 있다. 현재 국내에서도 고명으로 사용되는 튀김볼의 수요가 높아짐에 따라 일본에서 수입, 판매하는 것 이외에 식품 대기업 또는 중견 기업에서 생산하여 도매점, 소매점 및 소비자에게 판매되고 있다. 현재 고명용 튀김볼의 경우 대부분 상온 유통 형태로 판매되고 있다. 상온 유통의 경우 튀김볼 제품에 저장 기간 동안 지질의 산패로 인해 제품에 풍미 변화, 미생물 오염, 수분 흡습 등으로 인해 다양한 품질 열화를 가져올 가능성이 높다.

지질의 산패는 일반적으로 고온에서 반복적으로 이루어지면서 공기 중의 산소와 자동 산화, 가열 중합, 가열 분해 등의 복합적인 산화 반응으로 발생하면서 튀김유의 색, 맛, 향기 변화, 유리 지방산과 과산화물 증가, 유지의 관능적, 영양적 품질의 저하를 유발한다(Shamberger et al., 1977; Carlson et al., 1986; Chu & Shiuan, 1994; Son et al., 1995). 현재 식품에 존재하는 지질의 산패 방지를 목적으로 다양한 산소제거 및 항산화제들을 사용하고 있다

*Corresponding author: Seok-Cheol Cho, Department of Food Science and Engineering, Seowon University, 377-3 Musimseoro, Heungdeok-gu, Cheongju, Chungbuk, 361-742, S.Korea.
Tel: +82-43-299-8642, Fax: +82-43-299-8470
E-mail: cscho@seowon.ac.kr
Received November 7, 2017; revised January 17, 2018; accepted January 25, 2018

(Scott, 1958; Sherwin, 1976). 최근 다양한 항산화능이 우수한 천연 소재들을 함께 사용하여 식품의 저장성 증진에 사용되고 있다(Youn et al., 1988; Kim et al., 2003; Jang et al., 2006). 하지만, 현재 국내외에서는 고명용 튀김불에 대한 지질 산패 방지를 통한 저장성 증대에 대한 연구는 거의 이루어지고 있지 않은 실정이다.

따라서, 본 연구에서는 국내외에서 연구가 거의 이루어지지 않은 고명의 저장성 증진을 위해 브로콜리를 활용한 연구를 수행하였다. 튀김불 제조를 위한 반죽에 항산화 효과를 확인한 브로콜리 열수 추출물을 첨가하여 저장 기간 동안 변화하는 산가, 과산화물가, 지방산 조성 등의 이화학적 분석을 통하여 튀김불의 저장성 연장 소재로 가능성을 확인하고자 하였다.

재료 및 방법

시약 및 브로콜리 열수 추출

본 연구에 사용된 시약은 모두 Sigma-aldrich (St. Louis, MO, USA)에서 구매하여 사용하였다. 동결 건조된 브로콜리 분말을 제주도 양채사업단으로부터 구매하여 유효 성분을 추출하기 위해 열수 추출 방법을 수행하였다. 열수 추출은 동결 건조된 브로콜리 분말을 멸균수에 5% 첨가한 후 120°C에서 20분간 처리한 후 filter paper로 여과한 후 여과한 여액을 동결 건조하여 얻어진 건조 분말 상태의 열수 추출물로 사용하였다. 각각의 추출물은 filter paper로 여과한 후 회전 진공 농축기(N-1001V-WD, Eyela, Tokyo, Japan)로 감압 농축한 후에 동결 건조하여 분말로 제조하여 추출물로 사용하였다.

브로콜리 추출물의 flavonoid 분석

대표적인 flavonoid 물질인 lutein, quercetin, kaempferol에 대해 브로콜리 열수 추출물과 용매 추출물에 대해 HPLC (YL9100, Younglin, Kyunggi, Korea)를 이용하여 분석하였다. 분석을 위한 standard 시료의 제조는 3 mg/mL의 농도로 각각 methanol에 녹여 제조하였고, 각각 1/3씩 혼합하여 물질별로 최종 농도가 1 mg/mL이 되게 하였다. 이동상으로는 HPLC용 water (1% acetic acid) (A), HPLC용 acetonitrile (B)을 사용하였고, 평상시에는 A : B = 9 : 1, 55분까지 A : B = 6 : 4, 60분까지 A : B = 9 : 1 비율로 설정하였다. 분석시간은 60분, 이동상 유속은 1.0 mL/min, column으로는 Agilent사의 HC-C18(2) (5 µm, 4.6×150 mm)를 사용하였다. Column의 온도는 30°C, 시료들은 각각 10 µL씩 주입하였고, 350 nm 파장에서 검출하였다.

브로콜리 추출물의 항산화 효과

1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) radical에 대한 라디칼 소거활성은 Blois법(1958)을 변형하여 측정하였다. 각

시료 0.5 mL에 60 µM DPPH 3 mL를 넣고 vortex한 후 15분 동안 방치한 다음 517 nm에서 흡광도를 측정하였으며, DPPH 표준 곡선을 위한 시료는 ascorbic acid를 사용하였고 표준 곡선으로부터 DPPH 항산화능을 다음 식에 의해 분석하였다.

AEAC (mg eq. AA/100mg)

$$= \frac{\text{Std}_0 \text{ OD} - \text{Sample OD}}{\text{Std}_0 \text{ OD} - \text{Std}_x \text{ OD}} \times \text{Std}_x \text{ OD의 농도} \\ \times \text{시료의 회석 배수} \times 100$$

- Std₀ OD: Ascorbic acid의 농도가 0일 때의 standard OD 값
- Std_x OD: Standard의 OD 값 중 임의로 지정하는 값
- Std_x OD의 농도: Std_x OD에서 정한 값의 ascorbic acid 농도

튀김불에 브로콜리 열수 추출물 첨가에 따른 저장

튀김불에 브로콜리 열수 추출물 첨가에 따른 산패 방지 효과를 확인하기 위해 튀김불 기본 반죽 실험군, 기본 반죽에 1% 브로콜리 열수 추출물 처리군을 제조하였다. 그리고, 대형 마트에서 시판하고 있는 대두유를 각각 1 L 씩을 튀김기에 넣은 후 180°C에서 튀겨낸 직후 호일로 감싸고 60°C에서 저장하였다. 일반적으로 60°C에서의 저장은 상온에서 약 한달 가량 저장했을 때와 유사한 것으로 보고되어 있다.

저장 기간 동안 산가와 과산화물가 변화

채취된 시료에 대해 산패를 측정할 수 있는 산가와 과산화물가를 측정하였다. 산가의 경우 시료 5 g을 덜고 잘게 썰어 250 mL 삼각플라스크에 옮겨 담은 후 Ether : Ethanol = 2 : 1 혼합 용매 100 mL를 첨가하였다. 그리고 1% 페놀프탈레인 용액 3-4방울을 넣은 후 0.1 N KOH 용액으로 미홍색이 30초 이상 지속될 때까지 적정하였으며, 다음 식에 따라 산가를 측정하였다.

$$\text{산가} = \frac{(V_1 - V_0) \times 5.611 \times F}{S}$$

- v₁: 본시험의 0.1 N KOH 용액의 적정소비량(mL)
- v₀: 공시험의 0.1 N KOH 용액의 적정소비량(mL)
- F: 0.1 N KOH 용액의 역가
- S: 시료채취량(g)

그리고, 과산화물가는 시료 1 g을 덜고 잘게 썰어 250 mL 삼각플라스크에 옮긴 후 Chloroform 10 mL, Acetic acid 15 mL를 첨가하고 강하게 흔들어서 주고, KI 포화용액 1 mL을 첨가 후 입구를 호일로 막고 2분 동안 방치하였다. 그

리고, 증류수 30 mL, 1% starch solution 1 mL을 넣고 반응 후 0.01 N 티오황산나트륨 용액으로 혼합액의 윗부분이 무색이 될 때까지 적정하였으며, 다음 식에 따라 과산화물가를 계산하였다.

$$\text{과산화물가(meg/kg)} = \frac{(V_1 - V_0) \times F \times 0.01 \times 1000}{S}$$

- V_1 : 본시험의 0.01 N 티오황산나트륨 용액의 적정소비량 (mL)
- V_0 : 공시험의 0.01 N 티오황산나트륨 용액의 적정소비량 (mL)
- F: 0.01 N 티오황산나트륨 용액의 역가
- S: 시료채취량(g)

GC/MS를 사용한 지방산 분석

시료에 대한 지방산 분석을 위해 GC/MS를 이용하여 분석하였다. 우선 시료 추출과 유도체화를 위해 시료 (200 mg)를 chloroform/methanol (2:1) 을 이용하여 추출한 시료에 0.5 M NaOH 100 μ L를 넣고 90°C에서 15분간 반응하여 냉각한 후 14% BF₃ 50 μ L를 넣고 다시 90°C에서 2분간 반응하여 지방산을 methylation 시킨 후 냉각 후 hexane으로 추출하여 희석시킨 후 GC/MS를 이용하여 분석하였다. 그리고, methylation된 지방산은 DB-5MS capillary column (30 m \times 0.25 mm, 0.25 μ m, Agilent J&W, Santa Clara, CA, USA)을 장착하고 있는 Shimadzu GC-2010 plus (Shimadzu, Tokyo, Japan)를 이용하여 분석하였다. 1 μ L의 유도체화 된 시료들은 200°C로 setting된 injector로 1:200의 split ratio로 injection한 후 column oven 온도를 180°C에서 250°C로 6°C/min의 속도로 올리고 연속해서 320°C까지 30°C/min 속도로 실험하였다. Source와 interface

온도는 각각 230°C, 280°C 임. Column을 통과한 시료들은 electron ionization (EI) mode (70 eV)을 갖고 있는 Shimadzu GCMS-TQ 8030 mass spectrometer (Shimadzu)를 이용하여 분석되었다. MS spectra는 m/z 50-550 사이에서 얻어지며 carrier gas의 속도는 1 mL/min으로 분석함. 분석된 spectrum data의 NIST와 Wiley database를 이용하여 동정하였다.

통계 분석

모든 실험 데이터는 3회 반복 측정하였다. SPSS version 18.0 package program (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하여 분산분석 (ANOVA)을 실시하여 유의성($p < 0.05$)을 검정하였으며, 시료의 평균값에 대한 유의성은 Duncan's multiple range test를 이용하여 분석하였다.

결과 및 고찰

브로콜리 열수 추출물의 flavonoid 분석

Flavonoids는 일반적으로 2개의 benzene ring에 산소를 함유한 pyrone ring을 매개로 결합되어 있는 2-phenyl-benzaldehyde-pyrone ring의 화합물로 알려져 있다. 그리고, 황색 계통의 색소화합물로 자연에서는 유리 상태로 존재하지만, 대부분 glucose, rhamnose 등의 당류와 결합하여 배당체 형태로 존재한다(Matusheski & Jeffery, 2001; Park et al., 2002). 본 연구에서는 대표적인 flavonoid 물질인 rutin, quercetin, kaempferol에 대하여 브로콜리 열수 추출물에 대해 HPLC 분석을 한 결과는 Fig. 1과 같다. 대표적인 flavonoid 물질인 rutin, quercetin, kaempferol의 경우 천연물 소재에 존재하는 다수를 차지하는 것으로 알려져 있다. 본 연구에서는 이러한 대표적인 flavonoid 물질인 rutin,

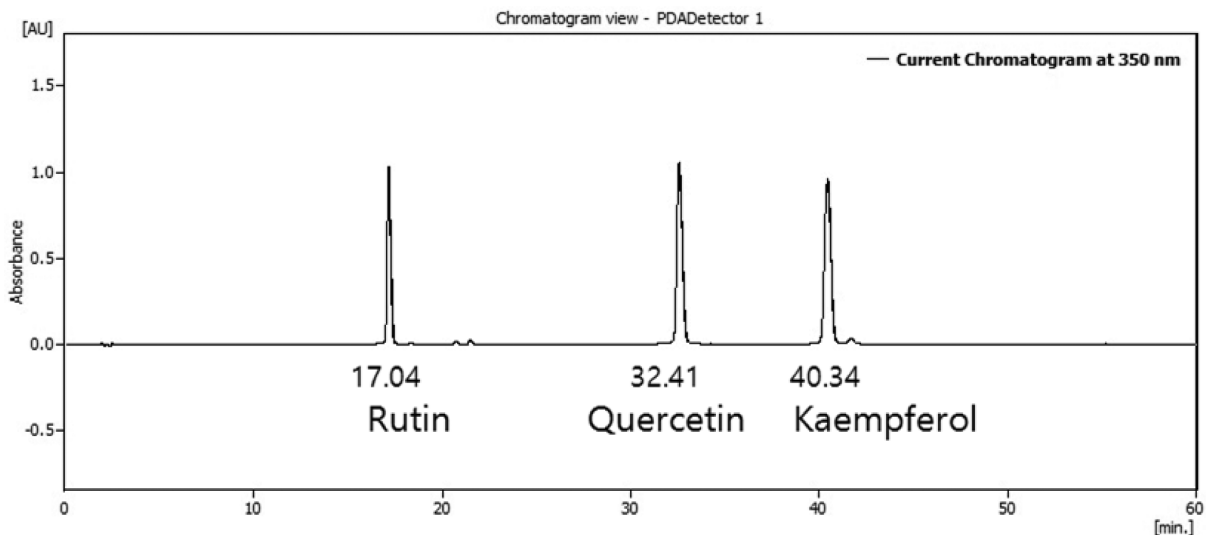


Fig. 1. Analysis of rutin, quercetin, and kaempferol by HPLC.

quercetin, kaempferol에 대해 분석한 결과 kaempferol은 검출되지 않았으나, rutin의 경우는 분석 시료에 약 1.74 ppm이 확인되었으며, quercetin이 약 0.98 ppm으로 분석되었다. 이러한 flavonoid는 항산화, 항돌연변이원성, 항암 효과, 지질의 산화, 활성산소 제거, 및 산화적 스트레스를 막는 역할을 함으로서 노화를 예방하거나 지연하는 효과가 있다고 보고 되고 있다(Kim & Choi, 1999). 특히, flavonoid의 우수한 항산화 효과는 지질 산패를 저해하는 데 우수한 천연 항산화제로 알려져 있다.

브로콜리 추출물의 항산화 효과

튀김불의 산패 방지를 위해 브로콜리 추출물들에 대해 항산화 효과를 DPPH radical에 대한 전자공여능을 ascorbic acid를 표준 물질로 하여 흡광도 값을 측정하여 확인하였다. 본 실험을 통해 확인된 브로콜리 열수 추출물에 대한 AEAC 분석값은 32.2±2.4 AEAC mg AA/100mg 수준으로

나타났다. 국내외에서 다양한 천연 소재들에 대한 항산화 효과에 대한 연구가 수행되고 있으며, 이를 통해 브로콜리는 십자화과에 속하는 채소로서 뛰어난 항산화 작용을 가진 β-carotene, rutin, quercetin, glutathione 등이 다량 함유되어 있으며, 항암 및 해독효소의 유도효과가 있는 것으로 알려져 있다(Fenwick et al. 1983; Verhoeven et al., 1996; Kurilich et al., 1999; Kushad et al., 1999; Van Poppel et al., 1999). 브로콜리의 경우 대체적으로 에탄올 또는 메탄올 등을 이용한 추출물이 열수 추출물보다 항산화 효과가 다소 높은 것으로 보고되고 있으나, 본 연구에서는 식품에 직접 처리, 공정의 단순화, 경제성 등의 원인으로 인해 브로콜리 열수 추출물을 사용 하고자 하였다.

저장 기간 동안 산가와 과산화물가 변화

튀김불에 브로콜리 열수 추출물 첨가에 따른 산패 방지 효과를 확인하기 위해 산가와 과산화물가를 분석을 수행하

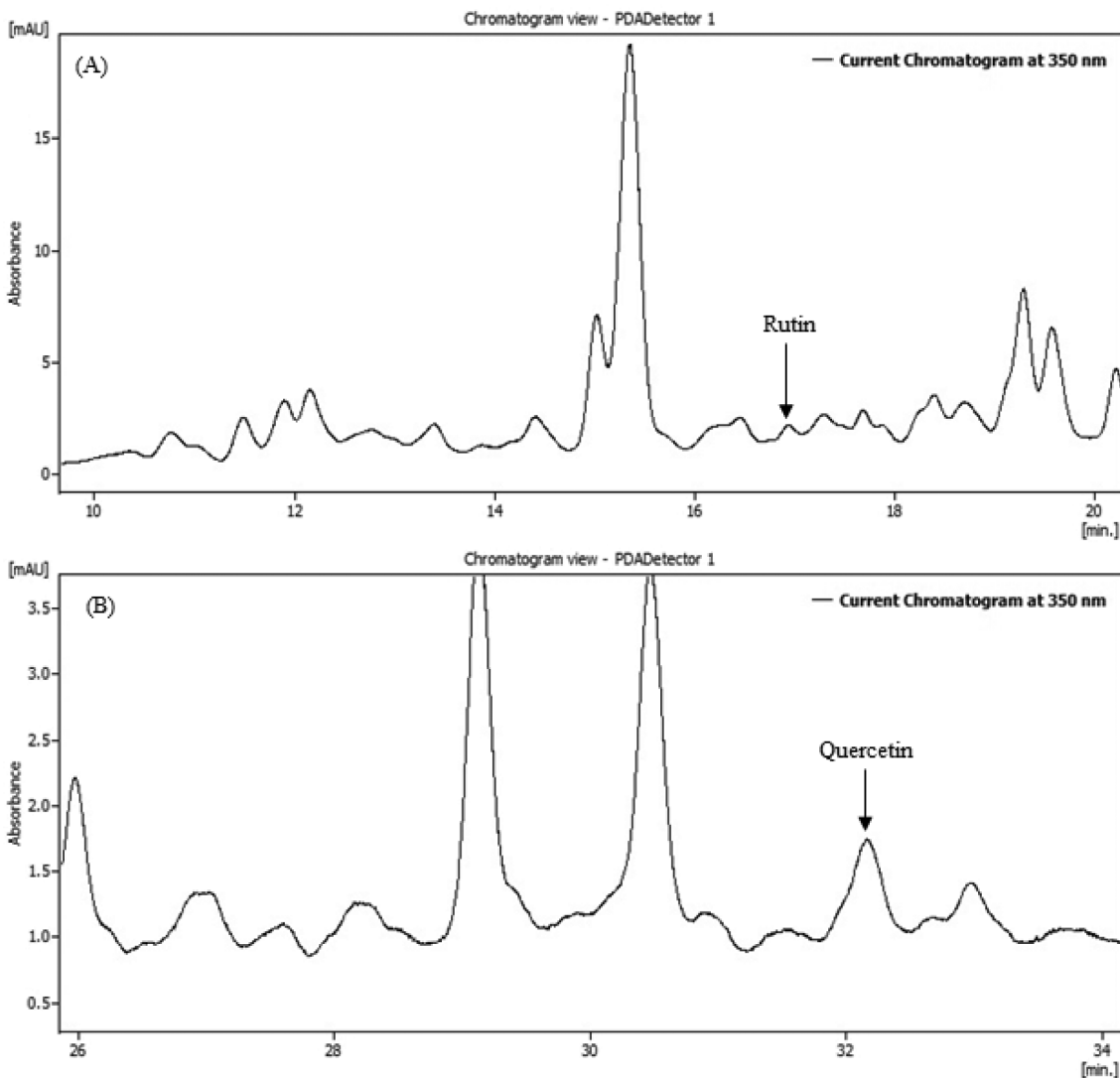


Fig. 2. Detection of (A) Rutin and (B) Quercetin in hot-water extract of broccoli by HPLC.

였다. 튀김볼의 산가, 과산화물가를 분석한 결과, 브로콜리 열수 추출물이 첨가되지 않은 튀김볼의 경우는 산가는 약 1.1 ± 0.3 , 과산화물가는 11.5 ± 0.7 수준으로 확인되었다. 그리고, 4일 동안 60°C 저장 이후에는 산가는 1.7 ± 0.4 , 과산화물가는 39.4 ± 0.8 수준으로 확인되었으나, 브로콜리 열수 추출물이 첨가된 튀김볼은 산가는 1.3 ± 0.5 , 과산화물가는 10.5 ± 0.7 수준으로 나타났다. 브로콜리 열수 추출물이 첨가된 튀김볼은 산가와 과산화물가 분석 결과 대조군에 비해 분석값이 낮은 것으로 확인되었다.

튀김유에 항산화제 처리에 따른 산패 변화를 분석한 보고에서는 항산화제 처리가 산패를 지연 시킬 수 있고, 항산화제 종류에 따라 산패를 연장할 수 있는 정도가 차이는 있는 것으로 보고하였다(Kim et al., 1988; Hong et al., 2005). 그리고, 일반적으로 저장 기간이 경과함에 따라 산패가 증가하는 것으로 알려져 있으며, 또한 튀김 조리의 경우 자연적으로 부산물이 생성되거나 탄수화물 또는 단백

질이 많은 식품들을 고온 조리하면 산가가 증가하는 것으로 알려져 있다(Joo & Ha, 1989). 본 연구 결과는 항산화제가 첨가되지 않은 경우에 비해 브로콜리 열수 추출물이 첨가된 튀김볼의 산패가 지연되는 것으로 확인되어 튀김볼의 저장성 증진에 효과적인 것으로 판단되었다.

GC/MS를 사용한 지방산 분석

GC/MS를 사용하여 튀김볼과 브로콜리 열수 추출물에 대한 지방산 분석을 수행하였다. 브로콜리 열수 추출물에 대한 지방산 분석 결과에서는 palmitic acid, linoleic acid, oleic acid, stearic acid가 모두 검출되지 않았다(Fig. 3(A)). 그리고, 첨가물 무처리 튀김볼과 튀김볼에 브로콜리 열수 추출물을 첨가하여 5일 동안 60°C 에 저장한 후 GC/MS를 이용한 지방산 분석은 Fig. 3(B-D)이며, 지방산 조성 변화는 Fig. 4와 같다. 첨가물 무처리 튀김볼은 대조군에 비해 저장 이후에는 포화지방산인 palmitic acid가 약 47% 가량

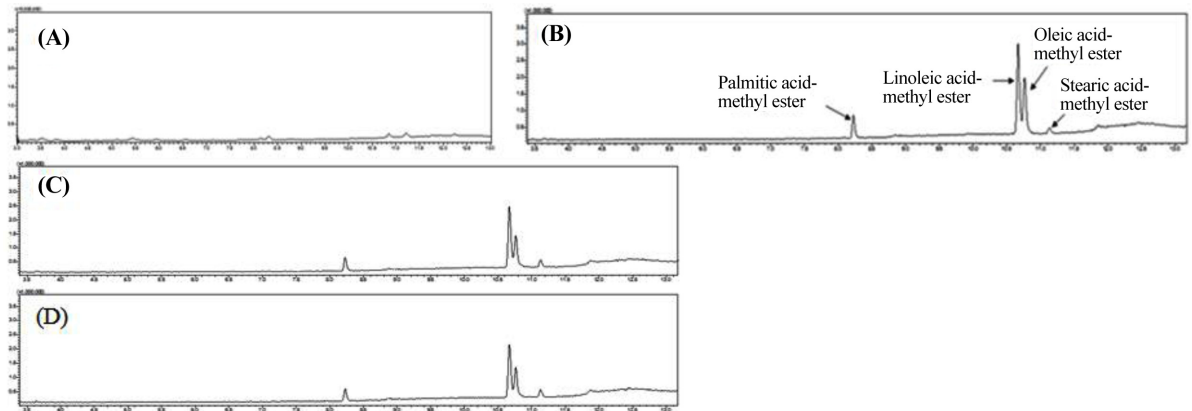


Fig. 3. Analysis of fatty acid by GC/MS. (A) Hot-water extract of broccoli. (B) Fried ball without hot-water extract of broccoli. (C) Fried ball without antioxidants after preservation during 5 days. (D) Fried ball with hot-water extract of broccoli after preservation during 5 days.

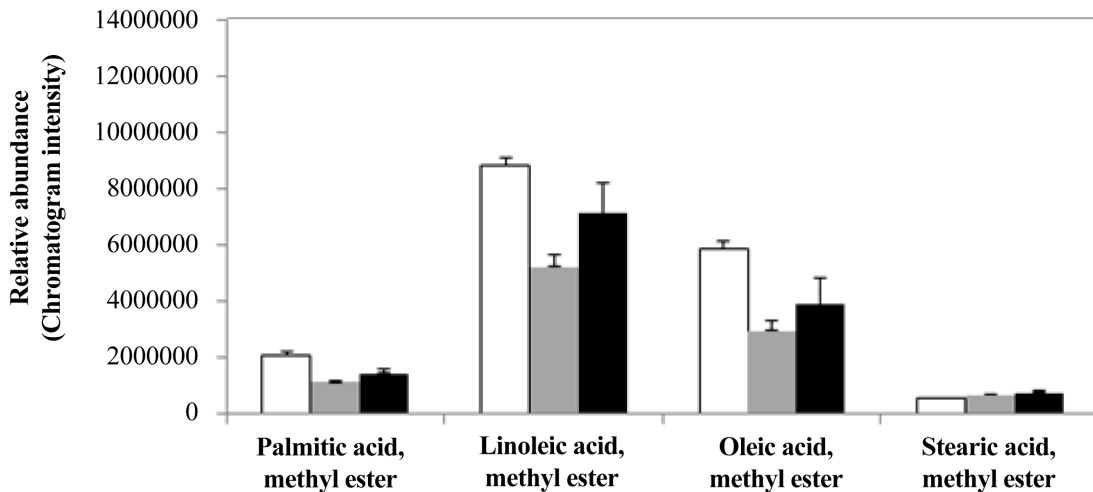


Fig. 4. Relative abundance of fatty acid by GC/MS analysis. □: Fried ball without antioxidants. ■: Fried ball without hot-water extract of broccoli after preservation during 5 days. ■: Fried ball with hot-water extract of broccoli after preservation during 5 days.

감소하였으며, stearic acid는 약 유사한 수치를 나타냈다. 그리고, 불포화지방산인 oleic acid는 약 50% 정도 낮아졌으며, linoleic acid는 약 40% 가량 낮아진 것으로 확인되었다. 또한, 브로콜리 열수 추출물을 첨가하여 제조된 튀김 불을 저장 후 지방산을 분석한 결과, 첨가물 무처리 튀김 불 대비 palmitic acid는 약 30%로 감소하였으며, stearic acid는 거의 변화가 없었다. 그리고, linoleic acid는 약 18% 가량 감소하였고, oleic acid는 약 40% 수준으로 낮아진 것으로 나타났다. 지질의 산패 진행에 있어서 불포화 지방산의 함량이 매우 밀접한 관계를 가지고 있는 것으로 알려져 있다(Hong et al., 2005). 본 연구 결과 브로콜리 열수 추출물을 첨가한 튀김불은 저장 이후에 불포화지방산의 함량이 상대적으로 첨가물 무처리 튀김불에 비해 낮은 수준으로 감소한 것으로 나타났다. 이러한 결과는 항산화제로 사용된 브로콜리 열수 추출물은 불포화지방산이 산화되는 것을 방지하는 효과가 있는 것으로 판단된다. 현재 보고되고 있는 튀김 제품, 튀김 온도, 튀김유의 상태, 튀김유의 종류에 따른 지질의 산패 정도 또는 항산화제를 첨가하여 산패를 억제하는 연구에서도 유사한 결과를 확인할 수 있었다(Yoon et al., 1988; Kim et al., 2002; Lee et al., 2012; Lee et al., 2013; Lee et al., 2015). 따라서, 우동 고명용 튀김불에 브로콜리 열수 추출물을 첨가하였을 때 산패를 지연시킬 수 있을 것으로 판단되며, 이를 통해 튀김 불의 제품 열화를 방지할 수 있을 것으로 생각된다.

요 약

본 연구에서는 우동 고명으로 사용되는 튀김불의 저장성 증진을 위해 항산화제인 브로콜리 열수 추출물을 첨가하여 산패 억제 효과를 평가하고자 하였다. 브로콜리 분말을 열수 추출을 통해 분리한 후 추출물에 존재하는 flavonoid 성분을 HPLC를 통해 확인한 결과 rutin과 quercetin을 확인하였다. 또한, 브로콜리 열수 추출물에 대해 DPPH radical 소거능을 분석하여 항산화능이 있음을 확인하였다. 그리고, 첨가물 무처리 튀김불과 브로콜리 열수 추출물 첨가 튀김불을 60°C에서 4일 동안 저장하며 가속 실험한 시료에 대해 산가와 과산화물가가 수행한 결과, 산가와 과산화물가는 항산화제가 첨가된 튀김불의 경우가 무처리 튀김불 대비 낮은 수치를 나타냈다. 그리고, GC/MS 분석을 통한 지방산 분석에서는 항산화제가 첨가된 튀김불의 불포화지방산의 조성이 무처리 튀김불에 비해 상대적으로 낮게 감소되어서, 항산화제가 불포화지방산의 튀김불의 산화를 방지하여 산패를 지연하는 것으로 판단된다. 따라서, 본 연구를 통해 확인된 결과를 통해 우동 고명용 튀김불의 산패 억제를 통한 저장성 증진을 위해 브로콜리 열수 추출물을 산업적으로 활용 가능성이 있을 것으로 생각된다.

References

- Blois MS. 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature* 181: 1199-1200.
- Carlson BL, Tabacchi MH. 1986. Frying oil deterioration and vitamin loss during foodservice operation. *J. Food. Sci.* 51: 218-223.
- Chu YH, Shiuan L. 1994. Effects of sugar, salt and water on soybean oil quality during deep-frying. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 71: 897-900.
- Fenwick GR, Heaney RK, Mullin WJ. 1983. Glucosinolated and their breakdown products in food and food plants. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 18: 123-201.
- Hong SP, Kim SY, Jeong EJ, Shin DH. 2005. The change in fatty acid and oxidative stability of frying cultured eel bone during the storage. *J. Fd. Hyg. Safety.* 20: 89-97.
- Jang JS, Lee YH, Hong JH, Lee KT. 2006. Oxidation stability of fish oil containing commercially available antioxidants. *Korean J. Food. Preserv.* 13: 66-70.
- Joo KJ, Ha GS. 1989. Chemical changes of the deep fat frying oils used commercially. *J. Korea Soc. Food Nutr.* 18: 247-254.
- Kim CJ, Kim IW, Shin HK. 1988. Effects of composited powder treatment on the increase of the useful life time of frying oil. *Korean J. Food Sci. Technol.* 20: 637-643.
- Kim GH, Choi MH. 1999. Antioxidant activity of flavonoids in plant origin food. *Korean J. Postharvest.* 5: 121-135.
- Kim SK. 1997. Overview of Korean Noodle Industry. *Food Biotechnol.* 6: 125-130.
- Kim SK, Kim, B.N. 1989. Survey on wheat flour utilization in Korea. *J. Korean Soc. Food Cult.* 4: 109-120.
- Kim TK, Shin HD, Lee YH. 2003. Stabilization of polyphenolic antioxidants using inclusion complexation with cyclodextrin and their utilization as the fresh-food preservative. *Korean J. Food Sci. Technol.* 35: 266-271.
- Kim US, Choi EM, Koo SJ. 2002. Effects of the Addition of Vegetables on Oxidized Frying oil. *Korean J. Soc. Food Cookery Sci.* 18: 557-561.
- Kurilich AC, Tsau GJ, Brown A, Howard L, Klein BP, Jeffery EH, Kushad M, Wallig MA, Juvik JA. 1999. Carotene, tocopherol and ascorbate contents in subspecies of *Brassica oleracea*. *J. Agric. Food Chem.* 47: 1576-1581.
- Kushad MM, Brown AF, Kurilich AC, Juvik JA, Klein BP, Wallig MA, Jeffery EH. 1999. Variation of glucosinolates in vegetable crops of *Brassica oleracea*. *J. Agric. Food Chem.* 47: 1541-1548.
- Lee BB, Lee JW, Park JW, Chung YK, Lee HJ. 2013. Effect of frying methods under reduced pressures on the oxidative stability of frying oils. *Korean J. Food Nutr.* 26: 15-21.
- Lee NR, Jo YJ, Yook HS. 2015. Quality Characteristics and Antioxidant Activities of Sausages Made from a Mixture of Purple Sweet Potato Powder and Purple Sweet Potato Pigment. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 44: 1317-1324.
- Lee S, Kang SH, Kim MK, Song SR, Yoon HJ, Lee MW, Kang HJ, Hwang IK. 2012. Degree of rancidity and sensory characteristics of frying oils with reuse and storage at home. *Korean J. Food Cookery Sci.* 28: 265-273.
- Matusheski NV, Jeffery EH. 2001. Comparison of the bioactivity of two glucoraphanin hydrolysis products found in broccoli, sul-

- foraphane and sulforaphane nitrile. *J. Agric. Food Chem.* 49: 5743-5749.
- Park JS, Kim JB, Kim KH, Ha SH, Han BS, Kim YH. 2002. Flavonoid biosynthesis: biochemistry and metabolic engineering. *Korean J. Plant Biotechnol.* 29: 170-269.
- Scott, G. 1958. Enzymatic oxygen removal from packaged foods. *Food Technol.* 12: 7-10.
- Shamberger RJ, Shamberger BA, Willis CE. 1977. Malonaldehyde content of food. *J. Nutr.* 107: 1404-1409.
- Sherwin ER. 1976. Antioxidants for vegetable oils. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 53: 430-438.
- Son JY, Rhim Son JH, Son HS. 1995. Effect of some synthetic and natural antioxidants on the oxidative stability of skip jack oil. *Korean J. Food Nutr.* 8: 88-92.
- Van Poppel G, Verhoeven DT, Verhagen H, Goldbohm RA. 1999. Brassica vegetables and cancer prevention, epidemiology and mechanisms. *Adv. Exp. Med. Biol.* 47, 159-168.
- Verhoeven DT, Goldbohm RA, Van Poppel G, Verhagen H, Vanden Brandt PA. 1996. Epidemiological studies on Brassica vegetables and cancer risk. *Cancer Epidemiol. Bio.* 5: 733-748.
- Yoon SH, Lee MJ, Park BY. 1988. Antioxidative Effects of Some Antioxidants according to Storage Conditions of Cooked Soybean Oil. *J. Korean Soc. Food Nutr.* 17: 158-163.
- Youn SH, Lee MJ, Park BY. 1988. Antioxidative effects of some antioxidants according to storage conditions of cooked soybean Oil. *J. Korean Soc. Food Nutr.* 17: 158-163.