

Brazilin의 Potato Chip에 대한 항산화 효과

†최 웅

서해대학 호텔조리영양과

Antioxidative Activity of Brazilin on Potato Chips

†Ung Choi

Dept. of Culinary Arts and Nutrition, Sohae College University, Gunsan 573-717, Korea

Abstract

Brazilin was added to frying oil used in the production of potato chips and their antioxidative effects against *Caesalpinia sappan* L. were evaluated. Additionally, the antioxidative activity was tested under the same conditions that commercial antioxidants are evaluated. The peroxide value of the oil and fat extracted from the potato chips was 134 meg/kg oil, 84.06 meg/kg oil, 117.10 meg/kg oil and 68.56 meg/kg oil in the control group, BHA(50 ppm)-BHT(50 ppm) group, δ -tocopherol (100 ppm) group and brazilin(100 ppm) group after storage for 30 days. The antioxidative effect of chips subjected to these treatments were 1.6 times, 1.14 times and 1.97 times greater than that of the control. In addition, the peroxide value was lower in the brazilin(100 ppm) group than in the BHA(50 ppm)-BHT(50 ppm) group and this group also had a superior effect at inhibiting the production of peroxide. Furthermore, an experiment conducted at high temperature using the Rancimat resulted in the antioxidant activity of brazilin(100 ppm) and BHA(50 ppm)-BHT(50 ppm) being 1.53 and 1.4 times greater than that of commonly used synthetic antioxidants. Finally, brazilin(100 ppm) effectively decreased the palmitic acid (C_{16:0})/linoleic acid(C_{18:2}) value and increased the conjugated dienoic acid content to a greater degree than commercial antioxidants.

Key words: brazilin, *Caesalpinia sappan* L., antioxidation, Rancimat.

서 론

유지나 유지를 함유하는 식품들은 가공하거나 저장 중에 산화로 인하여 이취(off-flavor), 변색 및 영양적 손실이 일어나게 된다(Okezie IA 1998). 유지의 산패는 각종 aldehyde, alcohol, keton 류 등의 분해산물로 인하여 인체 내에서 DNA의 손상과 세포의 노화를 가져오는 것으로 알려져 있다(Branen AL 1975). 따라서 식품첨가물로서 유지의 산화를 방지하고 나아가 질병의 억제 및 치료제로서 용도를 확장하려는 연구가 많이 시도되고 있다(Suzuki 등 2000; Owen 등 2000). 합성 항산화제인 butylated hydroxyanisole(BHA), butylated hydroxytoluene(BHT) 및 tertiarybutylhydroquinone(TBHQ) 등은 항산화 활성은 우수하나, 발암(Branen AL 1975)과 기형의 위험성(Richard D

1998; Katiyar SK 1993) 등이 제기되면서 천연물로부터 안전한 항산화제로 대체하기 위한 연구가 활발히 이루어지고 있다(Park 등 1991; Choi 등 1992; Cho 등 1994; Lim 등 1996; Lee 등 2009; Kim 등 2009). 천연 항산화 물질 중 향신료 및 phenol 계열 성분들이 항암(Schwarting AE 1977), 혈압 강하, 피임 및 간 보호 작용 등(Woo WS 1989)이 많이 알려져 있다.

소목(*Caesalpinia sappan* L.)은 콩과식물(Leguminosae)에 속하는 낙엽 관목 혹은 소교목으로서 인도 동부, 중국 남부 및 동남아시아에서 생육한다. 소목에 함유된 다양한 성분에는 brazilin, chalcones, rhamnetin, ombuin, quercetin, sappanchalcone, homoisoflavonoids, sappanin, caesalpins J and P, dibenz[b,d]oxocins(protosappanins A, B and C, protosappanin E-1 and E-2,) 등(Nagai M 등 1984)이 알려져 있다. 이들중 brazilin 및 그 hydroxy

† Corresponding author: Ung Choi, Dept. of Culinary Arts and Nutrition, Sohae College University, Gunsan 573-717, Korea. Tel: +82-63-460-9243, E-mail: light@sohae.ac.kr

유도체인 hematoxylin은 Lens-aldose reductase 활성의 저해 (Moon CK 1985), 건조 지방에 대한 항산화 활성 및 항지질 과산화활성 등(Lee SY 등 1877)이 알려져 있다. 또한 brazilin 과 brazilin은 중추신경의 억제, 항보체 효과와 항균, 혈관완화 및 항경련작용이 보고되었다(Nagai 등 1986; Xie 등 2000; Baek 등 2000; Safitri 2003). 한방에서는 혈전증의 치료, 진통제, 월경 촉진제 및 타박상 등(Moon CK 1985)의 어혈, 부종 및 진통 약제로 사용되어 왔다.

본 연구는 소목에서 항산화력이 우수한 성분인 brazilin을 분리 정제하여 이를 튀김용 기름에 첨가하여 감자 chip으로 조리한 후 기존의 합성 항산화제와 비교 평가하였다. 이를 통해 새로운 천연 항산화제의 이용 가능성을 검토하였다.

재료 및 방법

1. 실험재료

실험에 사용된 brazilin은 한약재로 사용하는 소목(*Caesalpinia sappan* L.)으로부터 분리 정제하여 사용하였다. 소목 75% 에 탄을 추출물을 용매의 극성 정도에 따라 순차 분획한 결과 ethyl acetate(EtOAc) 분획물이 가장 항산화 효과가 뛰어났다. 항산화 효과가 우수한 EtOAc 분획물을 silica gel column chromatography(150 g, 3.3×31 cm)를 실시하여 총 15개의 소획분을 얻었으며, 이 중에서 항산화 효과가 우수한 획분에 대하여 다시 column chromatography를 실시하여 해당 물질을 분리하고, 그 구조를 동정한 결과 brazilin으로 확인되었다. 실험에 사용한 유지는 항산화제가 첨가되지 않은 팜유((주)농심)와 미강유(대양유지)를 분양받아 냉동(-75℃) 보관하며 사용하였다.

2. 사용 시약

δ -tocopherol, BHA, BHT는 Sigma사 제품, 용매 및 기타 시약은 특급 또는 1급품을 사용하였다.

3. Potato Chip의 제조

1) Potato Chip의 제조 및 저장

완숙한 감자는 당을 제거하기 위하여 30℃ incubator에서 24시간 방치한 후, 수세한 다음 박피하여 1~2 mm 두께로 절단하였다. 팜유와 미강유를 동량 혼합한 튀김용 유지에 각 항산화제를 100 ppm 농도로 첨가하여 고루 섞이도록 교반하였다. Potato chip의 튀김은 1차 165℃에서 3분, 2차 165℃에서 30초간 튀긴 후 냉각하였고, polyethylene bag에 300 g씩 넣어 60℃의 항온기에 저장하며 분석 시료로 사용하였다.

2) 유지의 추출

시료는 각종 항산화제 및 brazilin 처리구에서 각각 300 g씩 취하여 분쇄한 후 n-헥산을 중량 대비 약 3배량을 첨가하여 교반한 후 정치하여 2회 반복 추출하였다. 추출된 유기용매는 여과한 후 45℃에서 감압농축하여 Rancimat를 사용하여 유도기간 측정, 과산화물가, 공역이중산가 및 지방산 조성을 분석하였다.

4. 항산화 활성 측정 및 분석

1) Rancimat을 이용한 항산화 활성 측정

시료의 항산화력 측정은 Rancimat 679(Methrohm AG, CH-9100 Heris, Switzerland)를 사용하였다. 시료는 potato chip에서 추출한 각 처리구의 유지 2.5 g 씩을 취하여 120℃(±0.1℃)의 aluminum heating block상에 넣고 시간당 20 l의 공기를 주입하여 산화시켰다. 이때 발생하는 휘발성 산화생성물은 증류수(70 ml)가 들어 있는 흡수용기(absorption vessel)에 이행시켜 전도율(conductivity)을 측정하였고, 반응 개시의 전도율로부터 반응이 급격히 증가되는 시점까지를 유도기간(IP, induction period)으로 계산하여 각 처리구의 항산화 정도를 측정하였다. 대조구(무첨가)와 비교하여 항산화력을 AI(antioxidant index)로 표시하였다.

$$AI = \frac{\text{Induction period of oil containing various antioxidants}}{\text{Induction period of natural oil}}$$

2) 과산화물가(Peroxide Value, POV) 측정

과산화물가 측정은 Paguot & Hautfenne(1987)의 방법에 따라 분석하였다. 즉, 시료유지 0.3~5 g을 삼각플라스크(250 ml)에 취하여 CHCl₃ 10 ml를 가하여 용해시킨 후 acetic acid 15 ml와 potassium iodide 1 ml를 넣고 1분간 교반하여 5분간 암소에 방치하였다. 여기에 증류수 75 ml를 가한 후 전분용액을 넣고 0.01 N-sodium thiosulfate로 적정하여 과산화물가를 계산하였다.

$$POV = \frac{V \times F}{m} \times 1,000$$

V: the number of ml of the standardized sodium thiosulfate solution

F: the exact normality of the sodium thiosulfate solution

m: the mass(g) of the test portion

3) 지방산 조성 분석

각 항산화제 및 brazilin을 처리한 potato chip으로부터 추출한 유지의 지방산 분석은 AOAC 방법(AOAC 1990)에 따라

methyl ester한 후 GC로 분석하였다. 즉, 시료 유지 200 mg을 환류 냉각기가 부착된 삼각플라스크에 취한 후 0.5 N methanolic NaOH 용액 4 ml를 넣고 지방구가 사라질 때까지 5~10분간 가열 반응시켰다. 여기에 BF₃-MeOH 용액 5 ml를 가하고 2분간 가열 반응시킨 다음, 5 ml의 heptane을 넣고 1분간 반응시켰다. 이후 환류냉각관을 제거한 다음 포화식염수를 넣어 heptane 층을 회수한 후 무수황산나트륨으로 탈수시켜 지방산 분석 시료로 하였다.

GC 분석은 Shimadzu사의 GC-17A 기기를 이용하였으며, 컬럼은 CBP-20 capillary column(25 m×0.2 mm(0.25 μm), Shimadzu) 사용하였다. 검출기는 FID였고, 컬럼의 온도는 150~250°C로 점차 상승하도록 하였으며, 이때 carrier gas는 helium(70 kpa)을 make-up gas는 질소를 사용하였다. 동정은 표준 지방산 methyl ester(Sigma)와 retention time을 비교하여 확인하였으며, 조성 비율은 각 peak의 면적을 상대적인 백분율로 나타내었다.

4) Conjugated Dienoic Acid의 분석

공역이중산가의 분석(AOCS 1964)은 삼각플라스크에 시료 100 mg을 넣고 여기에 75 ml의 isooctane을 첨가하여 60°C 수욕상에서 교반 반응시켰다. 실온에서 15분간 방치한 후 냉각하여 isooctane으로 총량이 100 ml가 되도록 가하였다. 시료의 최종액 농도가 0.01 g/l 가 되도록 희석하여 233 nm에서 흡광도를 측정하여 다음 식에 따라 계산하였다.

$$\text{Conjugated dienoic acid \%} = 0.84(As/bc - Ko)$$

Ko = absorptivity by acid, 0.03

As = observed absorbancy at 233 nm

b = cell length in centimeter

c = concentration of sample(g/l)

결과 및 고찰

소목으로부터 분리한 brazilin을 튀김 유지에 첨가하여 potato chip을 튀긴 후 과산화물가(POV) 및 유지의 유효기간, 지방산 조성 및 conjugated dienoic acid의 함량 변화를 조사하였다. 이때 상업적으로 많이 사용되고 있는 BHT, BHA, δ-tocopherol 등의 항산화제도 튀김 유지에 첨가하여 brazilin과 항산화 효과를 비교하였다.

튀김용 기름은 냄새가 적고 발연점이 높은 대두유, 미강유, 유채유, 팜유 등이 많이 사용된다. 그러나 단독 사용시 유종 특유의 냄새 발현 및 산화가 빨라 2종의 기름을 혼합하여 사용하기도 한다. Byun 등(1982)은 potato chip 제조시 팜유와 면실유를 혼합하여 사용한 제품이 양호하였다고 하였다.

따라서 본 실험에서는 potato chip 제조시 튀김유로서 팜유

와 미강유를 동량씩 혼합하여 사용하였고, 온도는 165°C로 하였다. 튀김유의 온도가 낮아지므로(165°C) 튀김 시간은 약간 길어졌다. 그러나 온도를 낮게 하여 튀김하였다고 하여 갈색화를 현저하게 막을 수는 없었다. David H(1986)도 1.5 mm 두께의 potato chip 튀김시 최적온도로 163°C였으며, 이보다 높은 온도에서는 어두운 색의 potato chip이 만들어졌다고 하였다.

1. Potato Chip에서 추출한 유지의 과산화물가 변화

팜유와 미강유를 동량 혼합한 튀김유에 각각 BHA(50 ppm)-BHT(50 ppm), δ-tocopherol(100 ppm) 및 brazilin(100 ppm)을 첨가하여 제조한 potato chip을 60°C에 저장하면서 potato chip에서 추출한 유지의 과산화물가 변화를 측정 한 결과는 Fig. 1과 같다. Fig. 1에서 보면 potato chip 저장 5일 이후 과산화물가는 brazilin을 제외한 각 처리구에서 서서히 증가하다가 15일 경과 후 모두 급격히 증가하는 경향을 나타내었고, 저장 30일 후 과산화물가는 대조구(control)가 134 meq/kg oil, BHA(50 ppm)-BHT(50 ppm)가 84.06 meq/kg oil, δ-tocopherol(100 ppm)이 117.10 meq/kg oil, brazilin(100 ppm)이 68.56 meq/kg oil로 대조구에 대한 이들의 항산화 효과는 각각 1.6배, 1.14배 및 1.97배였으며, brazilin(100 ppm)의 경우 BHA(50 ppm)-BHT(50 ppm) 처리구보다 과산화 물가가 낮아 과산화물 생성 억제력이 우수함을 알 수 있다.

Son 등(1997)은 양파껍질 메탄올 추출물을 linoleic acid에 0.02% 첨가시 tocopherol 또는 ascorbic acid 처리구보다 우수하였으나 BHT보다는 약하였고, 0.03% 농도에서 BHT와 유사하다고 하였는데, 본 실험에서는 brazilin의 경우 100 ppm 첨가시 10일 경과 이후 BHA(50 ppm)-BHT(50 ppm) 처리구보

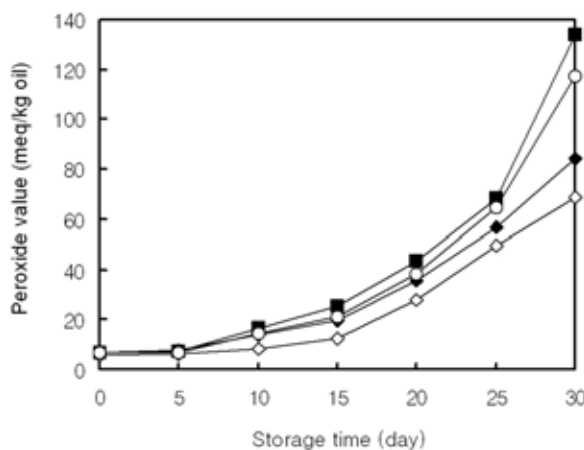


Fig. 1. Changes in POV of potato chip containing brazilin and several antioxidant during storage at 60°C. ■—■: control, ◇—◇: brazilin(100 ppm), ◆—◆: BHA(50 ppm)-BHT(50 ppm), ○—○: δ-tocopherol(100 ppm).

다 항산화 효과가 더 높았다. 과산화물의 생성속도는 유지의 이중결합 정도와 산화방지물질에 따라 차이가 나는데, 위의 실험결과에서 brazilin이 상용 항산화제에 비하여 과산화물의 생성억제에 매우 효과적이었음을 알 수 있다.

2. Potato Chip에서 추출한 유지의 유도기간 변화

유지의 산화안정성 평가에 중요한 유지의 유도기간을 Rancimat test로 비교한 결과는 Table 1과 같다. Potato chip에서 추출한 튀김유의 튀김 직후(0일) 유도기간은 대조구에 비해 각 처리구에서 모두 항산화 효과를 나타내었는데, 각 처리구의 유도기간은 BHA(50 ppm)-BHT(50 ppm)가 5.53시간, δ -tocopherol (100 ppm)이 5.48시간, brazilin(100 ppm)이 6.43시간으로 brazilin (100 ppm) 처리구가 유도기간이 가장 길었다. 각 처리구의 최종 유도기간은 대조구(control)와 δ -tocopherol(100 ppm) 처리구가 25일, BHA(50 ppm)-BHT(50 ppm)와 brazilin(100 ppm) 처리구가 30일로서 대조구와 δ -tocopherol 100 ppm 처리구보다 약 5일 정도 길어 BHA(50 ppm)-BHT(50 ppm) brazilin(100 ppm) 처리구가 항산화 효과가 높음을 알 수 있다. 또한 25일 경과 후 대조구에 비하여 각 처리구의 유도기간 연장효과는 BHA (50 ppm)-BHT(50 ppm)가 1.4배, brazilin(100 ppm)이 1.53배로 brazilin(100 ppm)이 대조구를 비롯하여 다른 처리구에 비해 항산화 효과가 우수하였다. 또 30일 경과 후 유도기간은 brazilin (100 ppm)이 1.23시간, BHA(50 ppm)-BHT(50 ppm)가 1.10시간으로 brazilin(100 ppm) 처리구가 더 길게 나타나 brazilin의 항산화 활성이 높음을 알 수 있었는데, 이는 과산화물이 측정시의 결과(Fig. 1)와 같은 경향이었다.

3. Potato Chip에서 추출한 유지의 지방산 조성 변화

팜유와 미강유를 1:1로 혼합한 기름으로 튀긴 potato chip을 60°C에 저장하면서 potato chip에서 추출한 유지의 지방산 조성을 분석한 결과는 Table 2~5와 같다. 즉, potato chip에 사용한 유지의 주요지방산은 oleic acid와 linoleic acid로서 전체 지방산의 70% 이상을 차지하고 있으며, 그 다음이 palmitic acid로 17%를 차지하였다. 그 외 myristic acid, arachidic acid도

소량 검출되었고, 미지 성분도 5.6~2.8% 정도 검출되었다.

Table 2~5의 지방산 분석 결과를 보면 각 처리구에서 정도의 차이는 있으나, 저장기간의 경과에 따라 myristic acid, palmitic acid, oleic acid 성분이 증가하였고, linoleic acid는 감소함을 알 수 있다. 이와 같은 결과는 사용한 유지와 그 지방산 조성이 유사한 울무가루를 35°C에 6개월간 저장한 결과, oleic acid, linoleic acid, palmitic acid와 소량의 stearic 및 linolenic acid를 함유하고 있으나, 저장기간이 증가함에 따라 linolenic acid는 감소하고, 상대적으로 oleic, palmitic acid의 조성비가 증가하였다는 Han 등(1989)의 보고와 일치하였고, 쌀눈의 저장 중 지방산의 변화를 보고한 Shin & Chung(1998) 등의 연구와도 같은 결과였다.

지방산의 변화에서 주목할 부분은 linoleic acid의 함량 감소인데, linoleic acid의 경우 지방산 중 가열산화에 가장 민감하고 그 함량 감소를 수반하기 때문이다. 그러나 산화에 비교적 안정한 myristic acid, palmitic acid, stearic acid 등의 포화지방산의 함량은 가열처리 후 상대적으로 증가하게 된다. 따라서 고온 처리 유지에 대하여 palmitic acid(C_{16:0})와 linoleic acid

Table 2. Changes in fatty acid composition of frying oil¹⁾ in potato chip during storage at 60°C

Fatty acid	Storage time(day)			
	0	10	20	30
Myristic acid (14:0)	0.95 ²⁾	0.95	0.97	1.01
Palmitic acid (16:0)	17.56	18.52	19.15	20.86
Stearic acid (18:0)	3.56	3.74	4.05	4.08
Oleic acid (18:1)	47.75	48.80	48.61	49.10
Linoleic acid (18:2)	23.87	23.53	22.92	20.15
Linolenic acid (18:3)	0.94	0.91	0.87	0.84
Arachidic acid (20:4)	0.72	0.68	0.61	0.51
Unknown	4.65	2.87	3.82	3.45
C _{18:2} /C _{16:0}	1.36	1.27	1.20	0.97

¹⁾ Palm oil:Ricebran oil=1:1.

²⁾ Fatty acid(%).

Table 1. Changes in induction period of potato chip containing brazilin and commercial antioxidant during storage at 60°C

Antioxidant	Storage time(day)						
	0	5	10	15	20	25	30
100 ppm							
Control	5.38 ¹⁾	5.30	4.40	3.31	2.27	1.08	-
BHA-BHT	5.53	5.48	4.85	3.85	2.76	1.56	1.10
δ -Tocopherol	5.48	5.33	4.51	3.38	2.45	1.20	-
Brazilin	6.43	5.67	5.10	4.40	2.88	1.65	1.23

¹⁾ Induction period of oil was determined by Rancimat test at 120°C(20 ℓ air/hr).

(C_{18:2})의 비율(C_{18:2}/C_{16:0})이 가열 산화에서 중요한 척도로 이용된다.

Table 2~5에서 보면 초기(0일)의 지방산 조성과 30일 저장 후의 지방산 조성이 큰 차이를 보이지 않았는데, 이는 potato chip의 튀김 시간 및 저장기간이 비교적 짧았고, 산화안정성이 우수한 튀김 유지를 사용하였기 때문으로 추론된다.

그러나 각 처리구에 대하여 가열산화의 중요한 품질지표인 C_{18:2}/C_{16:0} 값을 비교하여 보면 각 항산화제의 산화억제력을 알 수 있다. 어떤 항산화제도 첨가하지 않은(대조구) potato chip 튀김 직후 추출한 튀김유의 지방산 조성(Table 2)은 myristic acid(0.95%), palmitic acid(17.56%), stearic acid(3.56%), oleic acid(47.75%), linoleic acid(23.87%), linolenic acid(0.94%), arachidic acid(0.72%)이었고, 30일 저장 후 추출한 튀김유의 지방산 조성은 myristic acid(1.01%), palmitic acid(20.86%), stearic acid(4.08%), oleic acid(49.10%), linoleic acid(20.15%), linolenic acid(0.84%), arachidic acid(0.51%)로 변화였다. 대조구 경우 C_{18:2}/C_{16:0} 값은 초기 1.36에서 60°C 30일 저장 후 0.97로 감소하여 산화가 진행됨에 따라 C_{18:2}/C_{16:0} 값은 감소함을 알 수 있다. C_{18:2}/C_{16:0} 값으로 각 첨가물에 대한 항산화력을 비교하여 보면 30일 저장 후 대조구 0.97, δ -tocopherol(100 ppm) 1.02, BHA(50 ppm)-BHT(50 ppm) 1.17, brazilin(100 ppm) 1.18로 BHA(50 ppm)-BHT(50 ppm)와 brazilin(100 ppm) 처리구가 튀김유의 C_{18:2}/C_{16:0} 값의 감소를 억제하는 능력이 우수하였고, brazilin(100 ppm) 처리구는 BHA(50 ppm)-BHT(50 ppm) 처리구보다 C_{18:2}/C_{16:0} 값의 감소를 효과적으로 억제함을 알 수 있다.

Jung & Rhee(1994) 등은 각종 식물 추출물을 180°C로 가열한 면실유에 첨가한 후 산화안정성 정도 비교시 지방산 조성비에 따른 C_{18:2}/C_{16:0} 값의 감소 정도로 각 추출물의 항산화력

Table 3. Changes in fatty acid composition of frying oil¹⁾ containing brazilin(100 ppm) in potato chip during storage at 60°C

Fatty acid	Storage time(day)			
	0	10	20	30
Myristic acid (14:0)	0.82 ²⁾	0.86	0.89	0.92
Palmitic acid (16:0)	17.66	18.31	18.86	19.18
Stearic acid (18:0)	3.39	3.54	3.71	3.97
Oleic acid (18:1)	47.65	47.67	47.94	48.45
Linoleic acid (18:2)	23.18	22.78	22.64	22.57
Linolenic acid (18:3)	0.93	0.91	0.89	0.88
Arachidic acid (20:4)	0.71	0.67	0.62	0.53
Unknown	5.68	5.26	4.45	3.50
C _{18:2} /C _{16:0}	1.31	1.24	1.20	1.18

^{1,2)} Refer the foot note Table 2.

Table 4. Changes in fatty acid composition of frying oil¹⁾ containing δ -tocopherol(100 ppm) in potato chip during storage at 60°C

Fatty acid	Storage time(day)			
	0	10	20	30
Myristic acid (14:0)	0.95 ²⁾	0.98	0.95	0.97
Palmitic acid (16:0)	17.37	18.42	19.58	20.78
Stearic acid (18:0)	3.56	3.64	3.74	3.87
Oleic acid (18:1)	47.75	48.60	48.61	48.81
Linoleic acid (18:2)	23.87	23.53	22.52	21.25
Linolenic acid (18:3)	0.94	0.90	0.88	0.86
Arachidic acid (20:4)	0.64	0.57	0.52	0.51
Unknown	4.92	3.36	3.20	2.95
C _{18:2} /C _{16:0}	1.37	1.28	1.15	1.02

^{1,2)} Refer the foot note Table 2.

Table 5. Changes in fatty acid composition of frying oil¹⁾ containing BHA(50 ppm)-BHT(50 ppm) in potato chip during storage at 60°C

Fatty acid	Storage time(day)			
	0	10	20	30
Myristic acid (14:0)	0.91 ²⁾	0.94	0.97	0.99
Palmitic acid (16:0)	17.66	18.32	19.02	19.18
Stearic acid (18:0)	3.51	3.54	3.72	3.98
Oleic acid (18:1)	47.66	47.93	48.78	49.05
Linoleic acid (18:2)	23.18	22.63	22.50	22.37
Linolenic acid (18:3)	0.93	0.90	0.89	0.87
Arachidic acid (20:4)	0.69	0.61	0.54	0.54
Unknown	5.47	4.53	3.58	3.02
C _{18:2} /C _{16:0}	1.31	1.24	1.18	1.17

^{1,2)} Refer the foot note Table 2.

평가에서 면실유에 백굴제, 정향, 대황, 면화자 등을 첨가했을 때 C_{18:2}/C_{16:0} 감소 효과가 높았다.

4. Potato Chip에서 추출한 유지의 공역이중산가 변화

대부분의 식용유지나 지방질 성분들은 산화가 진행됨에 따라 불포화지방산 특히 고도 불포화지방산에 존재하는 메틸렌 그룹에 의해서 격리된 이중결합체계중의 이중결합은 점차 열역학적으로 더 안정된 공역 이중결합체계로 이성화하게 된다. 이들 이중결합들은 공역화함으로써 자외선을 강하게 흡수하기 때문에(Gray JI 1978) 흡광도의 변화를 측정하여 일반적인 유지의 산화 정도를 비교하기도 한다. Potato chip에서 추출한 유지의 conjugated dienoic acid 함량의 변화를 살펴본 결과

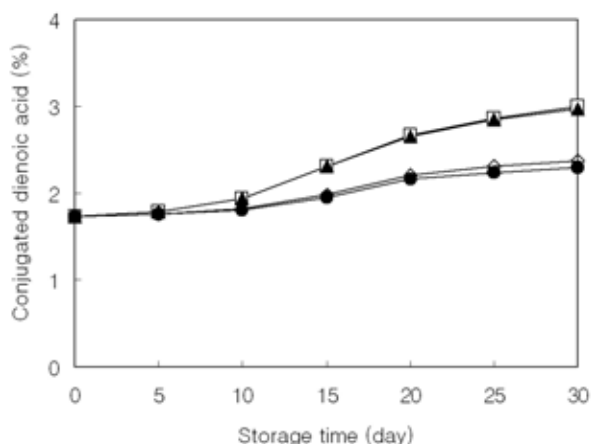


Fig. 2. Changes in conjugated dienoic acid of frying oil containing several antioxidant in potato chip during storage at 60°C.

□—□: control, ●—●: brazilin(100 ppm), ▲—▲: δ-tocopherol(100 ppm), ◇—◇: BHA(50 ppm)-BHT(50 ppm).

는 Fig. 2와 같다.

Fig. 2에서 보면 대조구와 δ-tocopherol(100 ppm)의 경우 conjugated dienoic acid 함량이 저장기간이 증가함에 따라 증가하여 30일째에는 각각 2.99%와 2.97%에 해당하여 brazilin (100 ppm) 처리구 2.29%나 BHA(50 ppm)-BHT(50 ppm) 처리구 2.36%보다 많은 양이 검출되어 산화가 보다 많이 진행되었음을 알 수 있다. 또한 brazilin(100 ppm) 처리구의 경우 BHA(50 ppm)-BHT(50 ppm) 처리구보다 낮은 함량을 나타내어 산화안정성이 다소 우수한 것으로 생각된다. Kim & Maeng(1984)은 185°C에서 가열산화 중인 대두유, 채종유, 옥배유 및 미강유에서 가열산화시간의 경과에 따라 이들의 conjugated dienoic acid 함량은 다같이 거의 비례적으로 증가하였으며, 미강유의 경우 가열전 conjugated dienoic acid 함량이 1.15%에서 56시간 가열 후 3.12%의 함량을 나타내었다고 보고하였다.

요 약

소목으로부터 분리한 brazilin을 potato chip 제조시 사용하는 튀김유에 첨가하여 항산화 활성 정도를 시험하였다. 이때 현재 사용중인 항산화제도 동일 조건에서 시험하였다. 저장 30일 후 potato chip에서 추출한 유지의 과산화물가는 대조구(control), BHA(50 ppm)-BHT(50 ppm), δ-tocopherol(100 ppm) 및 brazilin(100 ppm)이 각각 134 meg/kg oil, 84.06 meg/kg oil, 117.10 meg/kg oil 및 68.56 meg/kg oil을 나타내었다. 각 처리구는 대조구에 비하여 BHA(50 ppm)-BHT(50 ppm)가 1.6배, δ-tocopherol(100 ppm)이 1.14배, brazilin(100 ppm)이 1.97배의 항

산화 효과를 나타내었다. 위 결과에서 brazilin(100 ppm)의 경우, BHA(50 ppm)-BHT(50 ppm)보다도 과산화 물가가 낮아 과산화물 생성 억제력이 효과적임을 알 수 있다. 또한 유도기간 연장 효과는 Rancimat을 이용한 고온가열시험(180°C, 100 ppm)에서 대조구에 비하여 BHA(50 ppm)-BHT(50 ppm)가 1.4배, brazilin (100 ppm)이 1.53배로 brazilin이 상업용 항산화제보다 보다 항산화 효과가 높게 나타났다. 또한 brazilin(100 ppm)은 palmitic acid(C_{16:0})/linoleic acid(C_{18:2}) 값의 감소를 억제하는 능력과 conjugated dienoic acid 함량의 증가 억제력이 상업용 항산화제보다 우수하였다.

참고문헌

- AOAC. 1990. Official Method of Analysis(12th edition). 963
- AOCS. 1964. Spectrophotometric determination of conjugated dienoic acid, Official method Ti la-64
- Baek NI, Jeon SG, Ahn EM, Hahn JT, Bahn JH, Jang JS, Cho SW, Park JK, Choi SY. 2000. Anticonvulsant compounds from the wood of *Caesalpinia sappan* L. *Arch Pharm Res* 23: 344-348
- Branen AL 1975. Toxicological and biochemistry of buthylated hydroxytoluene, buthylated hydroxyanisole. *J Am Oil Chem Soc* 52:59-63
- Byun MW, Lee CH, Cho HO, Kwon JH, Yang HS. 1982. Batch scale storage of sprouting foods by irradiation combined with natural low temperature II. Suitability for potato chip processing of irradiated potatoes after storage. *Korean J Food Sci Technol* 14:364-369
- Cho SY, You BJ, Chang MH, Lee SJ. 1994. Screening for the antioxidants in unused marine resources by the polarographic method. *Korean J Food Sci Technol* 26:417-421
- Choi U, Shin DH, Chang YS, Shin JI. 1992. Antioxidant activity of ethanol extract from *Rhus javanica* Linn on edible oil. *Korean J Food Sci Technol* 24:320-325
- David H Picha. 1986. Influence of storage duration and temperature on sweet potato sugar content and chip color. *J of Food Sci* 51:239-240
- Lee SK, Park JH, Kim YT. 2009. A study on the antioxidantation and antimicrobial effect of “Megmoonjong(*Liloe platyphylla* Wang et Tang)” water extracts. *Korean J Food & Nutr* 22:279-285
- Gray JI. 1978. Measurement of lipid oxidation: A review. *J Am Oil Chem Soc* 55:539-543
- Han JS, Rhee SH, Choi HS. 1989. Changes of fatty acid com-

- position of lipid in raw and processed adlay powder during storage. *Korean J Food Sci Technol* 21:697-705
- Jung MY, Rhee KC. 1994. Quality improvement and extension of useful life of frying cotton seed oil by adsorbent or chemical treatment. *Foods and Biotech* 3:65
- Katiyar SK. 1993. Protection against TPA-induced inflammation In SENCAR mouse ear skin by polyphenolic fraction of green tea. *Carcinogenesis* 14:361-370
- Kim DH, Maeng YS. 1984. Relationship between rancidity development and changes of physico-chemical characteristics of commercial deep-far frying oils during thermal oxidation. Research Reports of College of Agriculture and Forest (Nonglim Nongjip). 24:101. College of Agriculture, Korea Uni, Seoul
- Kim YH, Paek JY, Kwon HJ, Lee JW. 2009. Antioxidant and antimicrobial activities of ethyl extract from *Scutellaria baicalensis*. *Korean J Food & Nutr* 22:367-376
- Lee SY, Ha BJ, Moon CK, Mook MS. 1877. A study on the antilipid peroxidative effects of brazilin and hematoxylin (1). *J of Food Hygiene and Safety* 2:35-40
- Lim DK, Choi U, Shin DH 1996. Antioxidative activity of some solvent extract from *Caesalpinia sappan* L. *J Food Sci Technol* 28:77-82
- Moon CK, Yun YP, Lee JH, Wagner H, Shin YS. 1985. Inhibition of Lens-Aldose reductase activity by brazilin and haematoxylin. *Planta Medica* 39:66-68
- Nagai M, Nagumo S, Lee SM, Eguchi T, Kawai KI. 1986. Protosappanin A, a novel biphenyl compound from *Caesalpinia sappan* L.. *Chem Pharm Bull* 34:1-6
- Nagai M, Nagumo S, Eguchi I, Lee SM, Suzuki T. 1984. Sappanchalcone from *Caesalpinia sappan* L., the proposed biosynthetic precursor of brazilin. *Yakugaku Zasshi* 104: 935-938
- Okezie IA. 1998 Free radicals, oxidative stress and antioxidants in human health and disease. *J Am Oil Chem Soc* 75:199-212
- Owen RW, Giacosa A, Hull WE, Haubner R, Spiegael-Halder B, Bartsch H. 2000. The antioxidant/anticancer potential of phenolic compounds isolated from olive oil. *Eur J Cancer* 36:1235-1247
- Paguot C, Hautfenne A 1987. Standard method for the analysis of oils, fats and derivatives(7th revised), Blackwell Scientific Publication. London, pp.214
- Park JH, Kang EC, Baek SB, Lee YH, Rhee KS 1991. Separation of antioxidant compounds from edible marine algae. *Korean J Food Sci Technol* 23:256-261
- Richard D. 1998. Fats and Oils. Technomic Pub., Lancaster, USA
- Safitri R, Tarigan P, Freisleben HJ, Rumampuk RJ, Murarkami A. 2003. Antioxidant activity *in vitro* of two aromatic compounds from *Caesalpinia sappan* L.. *Biofactors* 19:71-77
- Schwartz AE. 1977. Dimeric natural compounds with pharmacological activity. In New Natural Products and Plant Drugs with Pharmacological, Biological or Therapeutical Activity (Eds Wagner H and WoH P). pp.197-211
- Shin DH, Chung JK. 1998. Changes during storage of rice germ oil and its fatty acid composition. *Korean J Food Sci Technol* 30:77-81
- Son JY, Son HS, Cho WD. 1997. Development of antioxidant from onion skin. *대산논총*, pp.155-160
- Suzuki Y, Kendo Y, Himeno S, Nemoto K, Akimoto M, Imura N. 2000. Role of antioxidant system in human androgen-independent prostate cancer cells. *The Prostate* 43:144-149
- Woo WS. 1989. Experimental Method of Phytochemistry(in Korean). Mineumsa, pp.46
- Xie YW, Ming DS, Xu HX, Dong H, But PP. 2000. Vasorelaxing effects of *Caesalpinia sappan* L. involvement of endogenous nitric oxide. *Life Sci* 67:1913-1918

(2009년 11월 10일 접수; 2009년 12월 19일 채택)