

유자 종실유의 지방산 조성 및 산화안정성

이수정 · 최선영 · 신정혜¹ · 김성현¹ · 임현철² · 성낙주*

경상대학교 식품영양학과 · 농업생명과학연구원, ¹남해전문대학 호텔조리제빵과, ²영남의식산업 컨설팅

Received February 8, 2006 / Accepted April 4, 2006

Fatty Acid Composition and Oxidative Stability of Citron Seed Oils. Soo-Jung Lee, Sun-Young Choi, Jung-Hye Shin¹, Sung-Hyun Kim¹, Hyun-Cheol Lim² and Nak-Ju Sung*. *Department of Food Science and Nutrition, Institute of Agriculture and Life Science, Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea.* ¹*Department of Hotel Curinary Arts & Bakery, Namhae College, Namhae 668-801, Korea,* ²*Yeongnam Food-service Consulting Co., Taegu 706-034, Korea* – The possibility of citron seed oil for use as food resources of fats was tested by analyzing the composition of fatty acid and oxidative stability. Oil yield from citron seed was 55.4% in without roasting and 56.8% with roasting. Total mineral content in citron seed without and with roasting were 2,820.33 mg/kg, 1,702.55 mg/kg, respectively. For all citron seed oils tested, the potassium content was found to be the highest among four kinds of minerals detected in this study. Further, major fatty acids detected in the citron seed oils were linoleic acid, oleic acid and palmitic acid. Their relative contents with respect to total fatty acid contents were 77.12% in without roasting and 67.67% in with roasting. This result indicated that roasting the citron seed decreased the acid contents. However, POV (peroxide value) and acid value of citron seed oils were increased significantly with increasing the storage days and heating time. In details, POV was 84.17±1.68 meq/kg in without roasting and 76.46±1.19 meq/kg with roasting, after 28 days. Acid value was 9.52±0.27 mg KOH/g, 8.35±0.09 mg KOH/g, respectively. After the 48 hours heating at 180°C, POV of citron seed oils was increased by 3.8 times, irrespective of roasting. Yet, acid value increased dramatically 8.3 in without and 6.4 times with roasting, exhibiting its dependence on roasting. During storage time, oxidative stability of citron seed oils was higher than heating.

Key words – Citron seed oil, fatty acid, peroxide value, acid value

식품가공 공정에서 식용 유지는 대부분이 식품의 유통처리 과정에서 유지가 반복적으로 사용됨에 따라 가열에 의한 산화적 분해가 문제가 된다. 특히 식물성 유지는 불포화 지방산의 함량이 높아 가공 및 조리시 산패되어 필수지방산과 영양성분의 감소, 산화 중합물에 의한 독성물질의 생성 증가, 과산화물의 생성, 가열에 의한 기호성의 감소 등 안전성 및 품질저하 등의 문제점이 발생되고 있다[5,29]. 우리나라에서는 이러한 산화를 억제시키기 위하여 butylated hydroxytoluene (BHT) 및 butylated hydroxyanisole (BHA) 등과 같은 페놀계 합성 항산화제가 주로 이용하고 있으나[27], 이들 물질은 가열시 열안정성이 감소되어 그 효력이 저하되는 단점이 있다[8]. 반면에 천연 항산화제로 이용되고 있는 tocopherol은 식물성 유지에 자연적으로 함유되어 있는 안정성이 높은 천연 항산화제이나 단독으로는 산화반응의 저해 능력이 낮고[6], 식물성 유지에 대해 역작용이 나타나므로 동물성 유지에 사용이 한정되어[8] 식품공업에서 이용이 제한되어진다.

유자(*Citrus junos* SIEB ex TANAKA)는 저장성이 좋지 못하므로 대부분이 수확 직후 가공공정을 통하여 1차 가공품인

유자청으로 제조되어 유자차로 음용되고 있다[18]. 황색을 띠는 완숙과의 부위별 중량 비율을 볼 때 과피 부분이 45%, 과육 27%, 과즙 15%, 종실이 13% 정도[30]로 과육 및 과피가 유자청으로 제조되어 유자차로 소비되고 있으며[18,21], 유자차 제조 후 부산물인 유자즙은 식초[18] 및 분말 제품의 제조[21] 등에 이용되고 있으나, 유자청을 제조하는 과정에서 발생하는 유자 종실은 대부분이 폐기되고 있는 실정이다[21].

최근 식생활 습관의 변화, 유지 공업의 발달 및 식용 유지의 소비 증가로 인하여 국내에서 유통처리 가공식품의 소비가 증가되고 있는 추세에 있으므로, 이러한 유지 수요를 충족하고 식물기원의 천연 항산화제를 함유한 잠재성 있는 유지 자원의 개발이 필요하다고 생각된다. 유량종실(oil seed)의 산화안정성에 관한 연구로는 참기름[13], 들기름[26], 대두유[23] 및 달맞이꽃 종자유[24]에 관한 연구가 이루어져 있으며, 최근에 이르러 폐자원인 고추씨 기름의 산화안정성에 관한 연구[11], 식용유의 가열산화에 식물체 추출물의 영향에 관한 연구[9] 등이 있다. 따라서 유자청 제조 후 폐기되어지는 유자 종실을 이용하여 천연 유래의 항산화제 개발과 유지의 저장 및 가열산화 억제를 위한 새로운 기능성 식품소재로 활용방안을 모색하고자 유자 종실유를 착유하여 지방산 함량을 분석하였으며, 조리유로 폭넓게 사용되고 있는 대두유 및 올리브유와 저장 및 가열 안정성을 비교·검토하였다.

*Corresponding author

Tel : +82-55-751-5975, Fax : +82-55-751-5971

E-mail : snakju@gsnu.ac.kr

재료 및 방법

실험재료

유자(*Citrus junos* SIEB ex TANAKA)씨는 경상남도 남해군에서 생산된 완숙유자를 구입하여 과육 및 과피를 제거한 후, 종실을 분리하고 수도수로 깨끗이 씻은 다음 그늘에서 10일간 건조시킨 것을 사용하였다. 대두유 및 올리브유는 시판되는 PET (polyethylene tetrathalate)병 제품(CJ사, Korea)을 구입하여 사용하였다.

유자 종실유의 착유 및 수율 측정

유자 종실유는 볶지 않은 종실유와 볶은 종실유로 나누었다. 볶지 않은 종실유는 건조된 유자 종실을 압착기(제일공업, Korea)를 사용하여 착유하였다. 볶은 종실유는 유자 종실을 1 kg씩 볶음기(제일공업, Korea)에 넣어 180°C에서 30분간 볶은 후 즉시 압착하였다. 얻어진 유자 종실유는 공전 삼각플라스크에 넣고 질소가스로 충전한 후 -20°C에 보관해두고 실험에 사용하였다. 착유된 유자 종실유의 수율은 추출전의 유자 종실 중량에 대한 착유 후 종실유의 중량백분율로 계산하였다.

무기물의 분석

무기물의 분석은 Chung 등[4]의 방법을 응용하여 분해용 플라스크에 시료 2 g을 취하여 진한 황산과 진한 질산을 각각 10 ml씩 차례로 가한 다음 hot plate상에서 무색으로 변할 때까지 분해하여 100 ml로 정용·여과하여 Inductively Coupled Plasma(ICP, Optima 3300DV, Perkin-Elmer Co., USA)로 분석하였다. 이때, RF generator는 27.12 MHz, RF power는 1300 W, plasma argon 15 l/min, auxiliary argon flow rate 0.5 l/min, nebulizer argon flow rate 0.8 l/min, sample up take는 1.5 ml/min으로 하였다.

지방산의 분석

유자 종실유의 지방산은 AOAC 방법[1]에 따라 분석하였다. 즉 시료 유지 1 g을 0.5 N NaOH/MeOH로 가수분해 한 후 BF₃-MeOH를 가하여 메틸에스테르화 시킨 후 gas chromatography (Hewlett Packard 5890 series II, USA)로 분석하였다. 이때 칼럼은 Ultra 2 (crosslinked 5% PH ME siloxane) capillary column (25 m×0.32 mm×0.52 μm), 오븐 온도는 160°C(1 min)→5°C/min→190°C(7 min)→3°C/min→220°C/5 min→10°C/min→250°C/39 min, 주입구와 검출기의 온도는 각각 260°C, 300°C로 하여 FID 검출기를 사용하였으며, 질소가스를 1.4 ml/min의 유속으로하여 분석하였다. 분석된 지방산은 표준물질과의 머무름 시간 비교 및 동시주입을 통하여 확인·동정하였으며 지방산의 함량은 각 peak의 면적을 계산하여 상대적인 백분율로 계산하였다.

저장 중 과산화물가 및 산가의 변화

유자 종실유, 대두유 및 올리브유를 screw cap test tube에 각각 50 ml씩 분취하여 60±1°C의 항온기(Vision, Korea)에 4주간 저장하면서 매 1주마다 시료를 채취하여 과산화물가 및 산가를 측정하였다[2]. 과산화물가는 100 ml용 삼각플라스크에 시료 1 g을 취하여 acetic acid와 chloroform 혼합액(3:2, v/v) 6 ml에 용해시킨 후 KI 포화용액 1 ml를 가하여 5분간 암소에 보관한 다음, 증류수 6 ml 및 1% 전분용액 0.2 ml를 차례로 첨가한 후 0.01 N Na₂S₂O₃용액으로 적정하여 생성된 과산화물의 mg 당량수로 구하였다. 산가는 시료 2 g에 20 ml의 ether-ethanol 용액(2:1, v/v), 1% 페놀프탈레인을 차례로 가한 후 0.1 N KOH 용액으로 적정하였다.

가열과정 중 과산화물가 및 산가의 변화

유자 종실유, 대두유 및 올리브유를 각각 test tube에 각각 20 ml씩 분취하여 180±2°C로 유지된 oil bath(Jeio Tech., Korea)에 넣고 48시간 동안 가열 산화시키면서 12, 24 및 48 시간에 일정량을 채취하여 상기와 동일한 방법[2]으로 과산화물가 및 산가의 변화를 측정하였다.

통계처리

본 실험 결과는 평균±표준편차로 나타내었으며, SPSS 10.0을 사용하여 통계 처리하였다. 각 시료군에 대한 유의차 검정은 분산분석을 한 후 p<0.05 수준에서 Duncan's multiple test에 따라 분석하였다.

결과 및 고찰

유자 종실유의 수율

볶지 않은 유자 종실유의 수율은 55.4%, 볶은 유자 종실유는 56.8%로 유지의 착유과정 중 볶음 처리의 유무에 따른 수율의 차이가 적었다. 포도씨 기름은 포도씨를 볶은 후 압착하였을 때 볶지 않은 것보다 착유 수율이 2배 정도 높았으나[10], 들깨는 온도와 압력을 달리하여 착유되었을 때 생 들깨와 볶은 들깨로부터 들기름의 수율은 각각 85.59%와 85.30%로 차이가 적어 압착법에 의한 유지의 수율은 압착시의 압력에 기인된다고 한 보고도 있다[20].

유자 종실유의 무기물 함량

Table 1은 유자 종실유의 무기물 함량을 ICP로 분석한 결과 Ca, K, Na 및 Al 등 총 4종의 무기물이 검출되었다. 볶지 않고 착유한 유자 종실유와 볶은 유자 종실유에서 총 무기물의 함량은 각각 2,820.33 mg/kg, 1,702.55 mg/kg이었으며, 특히 칼륨의 함량이 각각 2,103.04±5.41 mg/kg와 1,347.01±4.72 mg/kg으로 총 무기물의 약 74.6%와 79.1%를 차지하였다. 다음으로 Na, Ca, Al의 순이었으며, 알루미늄의 함량은

Table 1. The contents of mineral in citron seed oils (mg/kg)

| Minerals | Citron seed oil | |
|----------|---------------------------|---------------|
| | without roasting | with roasting |
| Ca | 299.03±3.26 ¹⁾ | 44.85±2.31 |
| K | 2,103.04±5.41 | 1,347.01±4.72 |
| Na | 405.28±6.11 | 296.28±1.39 |
| Al | 12.98±1.19 | 14.41±1.48 |
| Total | 2,820.33 | 1,702.55 |

¹⁾Each value represents mean±SD (n=5).

15 mg/kg미만으로 검출되었다.

홍화 종실 중 무기물은 11종이 함유되어져 있으며 특히 K, P, Ca, Mg 등의 함량이 높으며, 이들 무기물의 함량은 볶음 처리 후 감소한 것으로 보고되어 있다[15]. Kwon 등[19]은 유자 종실로부터 10종의 무기물을 검출하였으며, 총 함량은 1,171.64 mg/100g으로 특히 칼륨의 함량이 637.99±5.38 mg/100g으로 가장 높았다고 보고하였다. 본 실험에서 정량된 유자 종실유의 무기물 함량은 상기 보고[19]와 비교해 볼 때 상당히 낮게 정량되었는데, 이는 유자의 착유과정 중 가열에 기인된 결과라 추정된다.

유자 종실유의 지방산 조성

볶지 않은 유자 종실과 180℃에서 30분간 볶은 유자 종실을 압착기로 착유한 종실유의 지방산 함량을 분석한 결과는 Table 2와 같다. 유자 종실유에서 지방산은 총 6종이 동정되었으며 linoleic acid, oleic acid 및 palmitic acid가 주요 지방산으로 볶지 않은 유자 종실유는 각각 32.99±2.55%, 27.68±2.01%, 16.45±2.03%로 총 77.12%, 볶은 유자 종실유는 29.33±2.39%, 24.14±2.28%, 14.20±2.20%로 전체 지방산 함량의 67.67%를 차지하여 볶음 처리 후 지방산의 함량이 감소된 것으로 나타났다.

유자 종실의 지방산은 oleic acid가 37.3%, linoleic acid는 36.5%, palmitic acid는 20.1%로 함유되어 이들이 전체의 93.9%를 차지한다고 보고되어 있는데[7], 본 실험의 유자 종

Table 2. The composition of fatty acid in citron seed oils (%)

| Fatty acids | Citron seed oil | |
|---------------------------------------|--------------------------|---------------|
| | without roasting | with roasting |
| Palmitic acid (C _{16:0}) | 16.45±2.03 ¹⁾ | 14.20±2.20 |
| Stearic acid (C _{18:0}) | 10.98±1.19 | 5.52±0.87 |
| Oleic acid (C _{18:1}) | 27.68±2.01 | 24.14±2.28 |
| Linoleic acid (C _{18:2}) | 32.99±2.55 | 29.33±2.39 |
| Linolenic acid (C _{18:3}) | 1.53±0.55 | 1.07±0.39 |
| Arachidonic acid (C _{20:0}) | 0.29±0.04 | 0.22±0.04 |

¹⁾Each value represents mean±SD (n=5).

실유와 비교해 볼 때 지방산 함량의 차이가 큰 것으로 나타났다. 이는 포도 종실유의 경우 종실을 분쇄한 후 착유하였을 때 유지의 수율이 높으며, 종실의 물리적 특성상 압착에 의한 착유과정 중 종실의 껍질부에 유지가 흡착됨으로써 수율이 감소된다고 한 보고[10]와 유사한 결과라고 사료된다.

대두유 중 linoleic acid는 고온에서 연속 가열시 감소되며, 포화지방산인 palmitic acid 및 stearic acid는 증가된다고 보고되어 있다[9]. 참깨의 볶음 온도를 110~230℃로 달리하여 착유한 참기름의 지방산 조성은 온도가 높을수록 불포화 지방산의 함량이 감소되나[13], 홍화 종실은 볶음 처리에 따른 지방산의 변화가 없는 것으로 보고되어 있다[15]. 식용유지는 제조과정 및 단순가열에 의해서도 구성 지방산이 변화되는데[3] 볶은 유자 종실유에서 지방산의 함량이 감소된 것도 이와 유사한 결과라 생각된다.

저장 중 유자 종실유의 산화안정성 효과

볶지 않은 유자 종실유와 볶은 유자 종실유를 60℃의 항온기에 보관하면서 과산화물가 및 산가의 변화를 측정된 결과는 Table 3 및 4와 같다. 이때 시판 대두유와 올리브유를 positive control로써 비교하였다.

Table 3에 나타낸 바와 같이 저장하기 전, 볶지 않은 유자 종실유의 과산화물가는 3.82±0.26 meq/kg, 볶은 유자 종실유는 3.01±0.23 meq/kg이었으며, 대두유 및 올리브유

Table 3. Peroxide value of the different oils during storage at 60℃ (meq/kg oil)

| Storage days (days) | Citron seed oil | | Soybean oil | Olive oil |
|---------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | without roasting | with roasting | | |
| 0 | 3.82±0.26 ^{1)aD} | 3.01±0.23 ^{aC} | 2.01±0.06 ^{aB} | 1.18±0.13 ^{aA} |
| 7 | 12.11±0.45 ^{bD} | 7.43±0.35 ^{bC} | 5.74±0.41 ^{bB} | 4.95±0.36 ^{bA} |
| 14 | 21.55±0.92 ^{cC} | 15.52±0.61 ^{cA} | 17.87±0.61 ^{cB} | 14.55±0.24 ^{cA} |
| 21 | 55.94±1.59 ^{dB} | 42.27±1.26 ^{dA} | 55.26±0.94 ^{dB} | 41.61±0.46 ^{dA} |
| 28 | 84.17±1.68 ^{eC} | 76.46±1.19 ^{eB} | 87.42±1.89 ^{eD} | 47.01±1.08 ^{eA} |

¹⁾Each value represents mean±SD (n=5)

^{a,b,c,d,e}Each value with different superscripts within the storage days in the same sample significantly difference at p<0.05

^{A,B,C,D}Each value with different superscripts within a samples in the same storage day significantly difference at p<0.05.

Table 4. Acid value of the different oils during storage at 60°C (mg KOH/g oil)

| Storage days (days) | Citron seed oil | | Soybean oil | Olive oil |
|---------------------|----------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|
| | without roasting | with roasting | | |
| 0 | 1.47±0.16 ^{1) aA} | 1.08±0.06 ^{aA} | 0.83±0.61 ^{aA} | 0.78±0.55 ^{aA} |
| 7 | 2.35±0.20 ^{bA} | 2.18±0.14 ^{bA} | 2.84±0.08 ^{bB} | 2.12±0.09 ^{bA} |
| 14 | 3.57±0.13 ^{cC} | 2.90±0.13 ^{cB} | 3.89±0.10 ^{cD} | 2.60±0.06 ^{bA} |
| 21 | 5.57±0.34 ^{dC} | 4.65±0.05 ^{dB} | 5.99±0.33 ^{dC} | 4.09±0.15 ^{cA} |
| 28 | 9.52±0.27 ^{eC} | 8.35±0.09 ^{eB} | 13.00±0.73 ^{eD} | 7.04±0.13 ^{dA} |

¹⁾Each value represents mean±SD (n=5)

^{a,b,c,d,e}Each value with different superscripts within the storage days in the same sample significantly difference at p<0.05

^{A,B,C,D}Each value with different superscripts within a samples in the same storage day significantly difference at p<0.05.

는 2.0 meq/kg 이하였다. 저장 기간 동안 모든 시료 유지의 과산화물가는 5% 수준에서 유의적으로 상승하였다. 저장 28일에 과산화물가는 각각 84.17±1.68 meq/kg 및 76.46±1.19 meq/kg으로 볶은 유자 종실유에서 과산화물의 생성량이 작았다. 올리브유는 저장 28일까지 50.0 meq/kg 이하였으며, 대두유는 저장 28일에 87.42±1.89 meq/kg으로 나타나 유자 종실유에 비해 높은 과산화물가를 보였다. 유자종실유는 대두유 보다는 저장 중 산화안정성 효과가 높은 것으로 판단된다.

유자 종실유의 산가는 저장 전에 1.08~1.47 mg KOH/g, 시판 대두유 및 올리브유는 1.0 mg KOH/g 미만이었으며, 저장 기간 중 모든 유지의 산가는 5% 수준에서 유의적으로 증가하였다. 산가의 증가는 저장 14일까지 완만하였으나, 저장 21일 이후에 급격하게 상승하여 저장 28일에는 21일에 비해서 유자 종실유 및 올리브유는 약 1.7~1.8배 정도, 대두유는 약 2.2배의 증가를 보였다.

과산화물의 생성은 유지의 이중결합 유무 및 산화방지 물질의 함유 정도에 따라 다르며, 유지의 저장 온도 및 시간은 과산화물의 생성 속도에 영향을 준다[25]. 또한 유지의 산가 상승은 산화작용의 결과로서 다량의 지방산이 화합물에서 분리되어 유리 지방산을 생성시켰기 때문이다[28]. 본 실험에서 유자 종실유의 초기 산가는 대두유에 비해 높았으나, 저장 기간 동안 그 증가폭이 대두유보다 작았는데, 이러한 이유는 대두유에 불포화 지방산의 함량이 높아 유리 지방산

으로의 분해가 빠르게 진행되었으며, 유자 종실에 함유된 페놀화합물 및 플라보노이드 등[22]이 착유시 유출되어 저장 기간 동안 산가의 증가가 작았던 것으로 추정된다. 상기의 결과에서 볶음 처리를 한 유자 종실유의 과산화물가 및 산가가 낮았는데, 이러한 결과는 190°C에서 20분 동안 볶은 후 착유한 들기름은 볶지 않은 들기름에 비해 산화안정성이 높아 볶음 공정이 유지의 산화안정성을 상승시킨다는 보고[17]와 유사한 결과라고 사료된다.

가열 중 유자 종실유의 산화안정성 효과

유자 종실유를 180±2°C에서 48시간 가열시키면서 과산화물가 및 산가를 측정하였으며, positive control로써 시판 대두유와 올리브유를 비교하여 나타낸 결과는 Table 5, 6과 같다. 모든 시료 유지에서 가열시간이 길어질수록 과산화물가 및 산가는 5% 수준에서 유의적으로 증가하였다. 과산화물가는 12시간 가열한 후 올리브유에서 2.71±0.14 meq/kg로 가장 낮았으나, 48시간 가열 후에는 볶지 않은 종실유에서 14.35±1.10 meq/kg, 볶은 종실유에서 11.28±0.35 meq/kg으로 볶음처리에 상관없이 약 3.8배 정도 증가하였다.

가열과정 중 산가의 변화는 유자 종실유에서 급속하게 상승하여 48시간 후, 볶지 않은 종실유는 9.48±0.49 mg KOH/g, 볶은 종실유는 8.92±0.24 mg KOH/g으로 각각 8.3배, 6.4배 증가된 것으로 나타났다. 대두유 및 올리브유는 각각 4.85±0.29 mg KOH/g, 3.04±0.25 mg KOH/g으로 가열과

Table 5. Peroxide value of the different oils during heating at 180°C (meq/kg oil)

| Heating time (hr) | Citron seed oil | | Soybean oil | Olive oil |
|-------------------|----------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | without roasting | with roasting | | |
| 0 | 3.82±0.26 ^{1) aD} | 3.01±0.23 ^{aC} | 1.98±0.08 ^{aB} | 1.20±0.12 ^{aA} |
| 12 | 4.40±0.13 ^{aC} | 4.31±0.88 ^{bC} | 3.72±0.15 ^{aAB} | 2.71±0.14 ^{bA} |
| 24 | 9.93±0.41 ^{bC} | 7.31±0.50 ^{cA} | 10.16±0.29 ^{bC} | 8.91±0.28 ^{cB} |
| 48 | 14.35±1.10 ^{cB} | 11.28±0.35 ^{dA} | 18.55±1.23 ^{cC} | 15.84±0.44 ^{dB} |

¹⁾Each value represents mean±SD (n=5)

^{a,b,c,d}Each value with different superscripts within the heating time in the same sample significantly difference at p<0.05

^{A,B,C,D}Each value with different superscripts within a samples in the same heating time significantly difference at p<0.05.

Table 6. Acid value of the different oils during heating at 180°C

(mg KOH/g oil)

| Heating time (hr) | Citron seed oil | | Soybean oil | Olive oil |
|----------------------|---------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| | without roasting | with roasting | | |
| 0 | 1.47±0.16 ^{1)aa} | 1.08±0.06 ^{aA} | 0.86±0.50 ^{aA} | 0.80±0.59 ^{aA} |
| 12 | 4.38±0.14 ^{bC} | 3.58±0.40 ^{bB} | 1.07±0.16 ^{aA} | 1.05±0.07 ^{aA} |
| 24 | 6.59±0.09 ^{cC} | 6.10±0.13 ^{cb} | 1.93±0.10 ^{ba} | 1.72±0.18 ^{ba} |
| 48 | 9.48±0.49 ^{dc} | 8.92±0.24 ^{dc} | 4.85±0.29 ^{cb} | 3.04±0.25 ^{ca} |

¹⁾Each value represents mean±SD (n=5)

^{a,b,c,d}Each value with different superscripts within the heating time in the same sample significantly difference at p<0.05

^{A,B,C,D}Each value with different superscripts within a samples in the same heating time significantly difference at p<0.05.

정에 따른 유자 종실유의 산가는 대두유 및 올리브유에 비해 높게 나타났다.

볶은 참기름은 180°C에서 40시간 가열할 경우 linoleic acid가 약 12% 정도 감소되었으며[14], 튀김유의 linoleic acid 및 linolenic acid의 감소는 유지의 가열산화에 의한 결과이며 유지의 가열은 기능성 지방산의 손실 뿐만 아니라, 유지 산화로 생성된 과산화물은 열에 불안정하여 고온에서 쉽게 분해되어 2차 산화 생성물을 형성하므로써 다양한 carbonyl 화합물로 전환된다[16], 이런 변화는 온도가 상승함에 따라 가속화 되어서므로 사실상 고온에서 가열된 유지의 과산화물가는 감소되어 나타나는 것으로 보고되고 있다[12]. 이상의 결과로 유자종실유는 가열과정보다 저장시에 산화안정성이 대두유에 비하여 높게 나타났으며, 고온 가열에 의한 산화안정성은 다소 낮은 것으로 사료되어진다.

요 약

유자 종실유의 식용유지로 이용가능성을 평가하여 위하여 지방산의 조성 및 산화안정성 효과를 검색하였다. 착유 수율은 볶지 않은 유자 종실유에서 55.4%, 볶은 유자 종실유에서 56.8%였다. 무기물은 총 4종이 검출되었고, 볶지 않고 착유한 종실유와 볶은 종실유에서 총 무기물의 함량은 각각 2,820.33 mg/kg, 1,702.55 mg/kg이었으며, 칼륨의 함량이 가장 높았다. Linoleic acid, oleic acid 및 palmitic acid가 주요 지방산으로 볶지 않은 종실유는 전체의 77.12%, 볶은 종실유는 67.67%로 볶음 처리 후 지방산의 함량이 감소되었다. 저장 및 가열동안 모든 시료 유지의 과산화물가 및 산가는 5% 수준에서 유의적으로 증가하였다. 저장 기간동안 과산화물가는 저장 28일에 볶지 않은 종실유에서 84.17±1.68 meq/kg, 볶은 종실유에서 76.46±1.19 meq/kg이었으며, 산가는 9.52±0.27 mg KOH/g, 8.35±0.09 mg KOH/g이었다. 180°C에서 48시간 가열 후에 과산화물가는 볶음처리에 상관없이 약 3.8배 정도 증가하였으며, 산가는 볶지 않은 종실유에서 8.3배, 볶은 종실유에서 약 6.4배 증가되었다. 유자종실유는 가열과정보다 저장시에 산화안정성이 대두유에 비하여 높게 나타났다.

참 고 문 헌

1. AOAC. 1990. Official Method of Analysis. 15th ed., Association of official analytical chemist. Washigton, D.C., pp. 963.
2. AOCS. 1990. Official methods and recommended practices of the American Oil Chemist's Society(4th ed.). pp. 8-53.
3. Cheo, E. O. 2005. Changes of functional components present in lipid foods during cooking. *Korean J. Food Cookery Sci.* **21**, 742-758.
4. Chung, M. J., J. H. Shin, S. J. Lee, S. K. Hong, H. J. Kang and N. J. Sung. 1998. Chemical compounds of wild and cultivated Horned Rampion, *Phyteuma Japonicum* Miq. *Korean J. Food Nutr.* **11**, 437-443.
5. Deman, J. M. 1990. Lipids in principles of food chemistry. pp. 507-512, 2nd eds., Marcel Dekker, Inc., New York.
6. Halliwell, B., R. J. Hoult, D. R. Blake. 1988. Oxidants inflammation and anti-inflammatory drugs. *FASEB J.* **2**, 2867-2870.
7. Jeong, J. W., D. J. Kwon, J. B. Hwang and Y. J. Jo. 1994. Influence of the extraction method on quality of citron juice. *Korean J. Food Sci. Technol.* **26**, 704-708.
8. Ji, C. I., H. S. Byun, J. H. Kang and T. G. Lee. 1992. The antioxidative activities of spices extracts on edible soybean oil. *J. Korean Soc. Food Nutr.* **21**, 551-226.
9. Jung, M. Y., S. H. Yoon, S. Y. Kim and J. H. Lee. 1997. Effects of oil unsaponifiables and plant extracts on the thermal oxidation of oils at 180°C. *Korean J. Food Sci. Technol.* **29**, 860-868.
10. Kang, M. H., H. K. Chung, E. S. Song and W. J. Park. 2002. Improved method for increasing of the oil yields in grape seed. *Korean J. Food Sci. Technol.* **34**, 931-934.
11. Kim, B. J. and M. S. Ahn. 1998. A study on the oxidative stabilities and organoleptic properties of Korean red pepper seed oil upon spices and dried methods. *Korean J. Soc. Food Sci.* **14**, 380-387.
12. Kim, E. M. and K. J. Joo. 1995. Oxidative stability of fatty acids and tocopherols in the fats and oils during microwave heating. *J. Korean Soc. Food Nutr.* **24**, 234-241.
13. Kim, H. W. 2000. Studies on the antioxidative compounds of sesame oils with roasting temperature. *Korean J. Food Sci. Technol.* **32**, 246-251.

14. Kim, I. and E. Choe. 2004. Oxidative stability and antioxidant content changes in roasted and bleached sesame oil during heating. *Food Sci. Biotechnol.* **13**, 762-767.
15. Kim, J. H., D. Y. Kwak, M. S. Choi and K. D. Moon. 1999. Comparison of the chemical compositions of Korean and Chinese safflower (*Carthamus tinctorious* L.) seed. *Korean J. Food Sci. Technol.* **31**, 912-918.
16. Kim, U. S., E. M. Choi and S. J. Koo. 2002. Effects of the addition of vegetables on oxidized frying oil. *Korean J. Soc. Food Cookery Sci.* **18**, 557-561.
17. Kim, Y. E., J. H. Kim and Y. C. Lee. 1997. Effects of roasting process and antioxidants on oxidative stability of perilla oils. *Korean J. Food Sci. Technol.* **29**, 379-382.
18. Kim, Y. T. 1997. Main composition analysis of citron (*Citrus junos* Seib.) and production of their juice and vinegar. Master's thesis of Gyeongsang National University.
19. Kwon, O. C., J. H. Shin, S. J. Lee, S. Y. Choi, M. J. Kang and N. J. Sung. 2006. Antioxidant activity of ethanol extracts from citron (*Citrus junos* SIEB ex TANAKA) seed. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **35**, 294-300.
20. Min, Y. K. and H. S. Jeong. 1993. Effect of temperature and pressure on the oil expression of perilla seed. *Korean J. Food Sci. Technol.* **25**, 28-32.
21. Nam, H. W. and Y. H. Hyun. 2003. Drying of citron juice from by-product of citron tea manufacturing. *Korean J. Food Nutr.* **16**, 334-339.
22. Oh, H. S., Y. S. An, I. S. Na, M. C. Oh, C. K. Oh and S. H. Kim. 2003. Inhibition of N-nitrosodimethylamine formation of extracts from citrus seeds. *Korean J. Soc. Food Cookery Sci.* **19**, 640-646.
23. Park, S. I. and J. Y. Son. 2004. Effects of clove extracts on the autoxidation and thermal oxidation of soybean oil. *Korean J. Food Cookery Sci.* **20**, 81-85.
24. Pyo, Y. H., I. S. Kim and M. S. Ahn. 1989. Study on the oxidative stability of Korean evening primrose oil. *Korean J. Soc. Food Sci.* **5**, 27-34.
25. Shin, D. H. and J. K. Chung. 1998. Changes during storage of rice germ oil and its fatty acid composition. *Korean J. Food Sci. Technol.* **30**, 77-81.
26. Shin, K. A., Y. S. Ko and Y. C. Lee. 1998. Antioxidative effects and characteristics of methanol extracts from perilla oils roasted for different time. *Korean J. Food Sci. Technol.* **30**, 1045-1050.
27. Son, J. Y., J. H. Rhim and H. S. Son. 1995. Effect of some synthetic and natural antioxidants on the oxidative stability of skip jack oil. *Korean J. Food Nutr.* **8**, 88-92.
28. Yoon, S. H. and J. W. Kim. 1988. Antioxidative effects of various antioxidants on the soybean oil. *J. Korean Soc. Food Nutr.* **17**, 19-23.
29. 이준식. 1990. 식용유지 가공공정기술의 현황과 발전 방향. *식품과학과 산업*, **23**, 31-40.
30. 한국식품개발연구원. 1994. 유자가공 공장의 제조설비 적정 설계 방안.