

볶음조건과 저온압착이 아마씨유(*Linum usitatissimum* L.)의 지방산 조성 및 휘발성 성분에 미치는 영향

원세봄
청운대학교 식품영양학과 교수

Effect of Roasting Condition and Cold-pressed Flaxseed (*Linum usitatissimum* L.) oil on Fatty Acid Composition and Volatile Compound

Sae Bom Won

Professor, Department of Human Nutrition and Food Science, Chungwoon University

요약 본 연구는 불포화지방산 중 α -리놀렌산이 풍부한 아마씨에서 볶음조건과 저온압착법으로 착유된 아마씨유의 화학적 변화에 미치는 영향을 조사하고자 하였다. 볶지 않은 아마씨와 볶은 아마씨(150℃와 200℃에서 10분과 20분)를 가정용 저온압착기를 사용하여 저온압착으로 착유하여 착유수율, 총 페놀 함량, 지방산 조성 및 휘발성 성분을 분석하였다. 착유수율은 볶지 않은 아마씨에서보다 볶은 아마씨에서 높게 나타났다. 총 페놀 함량은 150℃에서 20분 동안 볶아서 착유한 경우 다른 착유군보다 유의적으로 높은 반면, 200℃에서 착유한 경우는 볶지 않은 생 아마씨유보다 낮았다. 지방산의 조성은 볶음조건에 의해서 차이를 보이지 않았다. 휘발성 성분은 총 함량과 지방산패의 지표로 알려진 aldehyde, ketone, furan은 볶음온도와 시간이 증가됨에 따라서 증가되었고, Maillard 반응에 영향을 주는 pyrazine도 200℃에서 볶아서 착유한 아마씨유에서 증가하였다. 결과적으로 가정용 저온압착기로 착유된 아마씨유는 볶지 않은 아마씨보다는 150℃에서 20분 동안 볶은 후 저온압착으로 착유하는 방법이 안전한 추출과정으로 제안된다.

주제어 : 아마씨유, 저온압착, 총 페놀, 지방산 조성, 휘발성 성분

Abstract The objective of this study was to investigate the effect of cold-pressed flaxseed oil through the roasting temperature (unroasted and roasted at 150℃ and 200℃) and time (10 and 20 min) on the chemical changes. Cold-pressed flaxseed oil extraction yield was calculated with respect to the roasted process and total phenolic content, fatty acid composition, and volatile compound were analyzed. The extraction yield was increased in the roasted oil compared to the unroasted oil. Total phenolic content was significantly higher in oil from the roasted at 150℃ for 20 min compared to other roasting condition. Fatty acid composition was not affected by the extraction process. The content of aldehyde, ketone, and pyrazine was higher than in the roasted at 200℃ compared to the unroasted and roasted at 150℃. These findings suggest that cold-pressed flaxseed oil extracted from the roasted at 150℃ for 20 min may be considered acceptable for safe extraction process.

Key Words : Flaxseed oil, Cold-pressure, Total-phenol, Fatty acid composition, Volatile compound

*This work was supported by the National Research Foundation of Korea (NRF) grant funded by the Ministry of Science, ICT & Future Planning (No.2019R1G1A1096719).

*Corresponding Author : Sae Bom Won(newspring@chungwoon.ac.kr)

Received October 5, 2020

Revised November 4, 2020

Accepted November 20, 2020

Published November 28, 2020

1. 서론

최근 건강한 식생활에 대한 관심이 높아지고 특정 식품 또는 식품 성분의 잠재적인 건강상 이점이 대두되면서 건강증진을 위한 기능성 식품이나 식이보충제 등에 대한 소비자의 요구가 급속히 증가되고 있다. 특히, 오메가-3 지방산이 풍부하다고 알려진 들깨와 아마씨가 중요한 기능성 식품소재로 떠오르고 있다.

아마씨(*Linum usitatissimum* L.)는 flaxseed 또는 linseed로 불리며 경제적으로 유용한 유지종자로 캐나다, 미국, 인도, 중국 등지에서 재배되고 있다[1]. 풍부한 불포화지방산을 함유하고 있으며 약 40-68% α -리놀렌산과 10-30% 리놀레산으로 구성되어있다 [1]. 또한, 오메가-3 지방산뿐만 아니라 수용성 식이섬유, 소화가 용이한 단백질, 리그닌 같은 생리활성에 유용한 성분이 풍부하여 심혈관질환, 비만, 암 등의 질병 예방에 도움이 되고 있다[2,3]. 특히 아마씨의 낮은 n-6/n-3 비율이 기능성 식품에 매력적으로 작용하여, 아마씨유(flaxseed oil)를 우유, 요거트, 식이보충제 등에 함유시키고 있다[4]. 하지만, 높은 불포화지방산의 함량은 가공이나 저장 중 산화가 되기 쉬워 원래의 생물학적 성질이 소실되고 독성 물질을 형성할 수 있다.

전통적인 유지의 착유방법은 용매를 이용하여 추출하거나 종자를 볶은 후 고온압착(hot press)으로 진행되고 있으나 최근 건강한 유지로 인식되고 있는 올리브유의 추출방식이 반영된 볶지 않고 저온압착(cold press) 방식이 유지의 천연 향미와 색상 유지 및 생리활성 물질을 보존하는 건강한 착유방법으로 인식되어 관심이 높아지고 있지만 볶지 않은 종자에서 착유된 유지는 산화안정성이 감소되는 것과 착유수율이 기존 방식에 비해 높지 않다는 단점이 보고되고 있다[5]. 아마씨유는 저온압착나 용매추출에 의해 착유되고 있으며 저온압착에 의해 착유된 아마씨유는 주로 중성지방으로 구성되어 있고 토크페놀, 인지질 및 사포닌 같은 생리활성 물질을 함유하고 있다. 저온압착 아마씨유의 저장기간 중 품질 변화와 산화적 안정성은 화학적 성분에 의해서 영향을 받으며 뉴질랜드에서 판매되고 있는 아마씨유는 다양한 지방산 조성 및 생리활성 물질을 함유하고 있다[6]. 볶음조건은 유지의 착유수율, 향기 성분 및 관능 변화에 영향을 주는 인자로 알려져 있다. 아마씨유와 유사한 특징을 가지고 있는 들기름의 볶음조건을 150-210℃에서 10-30분 범위 사이에서

들기름은 볶음온도와 시간이 길수록 착유수율이 증가되었고 190℃에서 20분간 볶았을 때 관능 기호도가 향상되었음이 보고되었다[7]. 하지만, 비가열 또는 160-240℃까지 40℃ 간격으로 참기름의 볶음온도를 달리한 경우 착유수율은 온도가 높을수록 증가되었으나, 관능평가 선호도는 비가열처리보다 240℃ 볶음조건에서 높은 경향을 보였으나 볶음처리군 내에서는 차이를 보이지 않았다[8].

현재 국내 소비시장에서 유통되고 있는 저온압착 유지는 생참기름, 생들기름이라는 이름으로 유통되고 있으며 저온압착 방식이 적용된 가정용 착유기의 보급이 증가되고 있지만 정확한 제조공정이나 효능에 대한 보고는 거의 진행되고 있지 않다. 또한, 국내산 아마씨를 사용하여 볶음공정 및 저온압착으로 추출한 유지의 품질에 미치는 영향에 대한 연구는 진행되지 않고 있다.

본 연구는 가정용 저온압착 착유기를 사용하여 착유 전 국내산 아마씨의 시료 전처리 조건(볶음 온도 및 시간)이 아마씨유의 착유수율, 총 페놀 함량, 지방산 조성 및 휘발성 성분에 미치는 영향을 규명하고자 한다.

2. 실험재료 및 방법

2.1 실험재료

본 연구에 사용된 아마씨는 2019년에 전라북도 무주군에서 수확된 국산으로 갈색 종자를 구입하여 사용하였다.

2.2 실험시료 준비 및 추출

아마씨는 수세한 후 건조기에서 건조시켜(조건: 30℃, overnight) 볶지 않은 아마씨와 볶은 아마씨로 분류하고, 볶은 아마씨는 150℃와 200℃에서 각각 10분과 20분간 볶은 후 사용하였다. 아마씨는 시판용 저온압착 착유기(Home's mill HD-333, Hyundai green development company, Korea)를 사용하여 착유하였다. 건조한 원재료 300 g에 대비하여 볶은 후 무게(g), 착유량(g) 및 착유수율(%)을 계산하였다. 실험그룹은 Table 1과 같다.

2.3 총 페놀 함량 분석

시료의 총 페놀 함량은 Folin-Ciocalteu 방법에 따라 측정되었다[9]. 즉, 시료를 각각 100 μ L 취하여 80% methanol로 추출하여 Folin-Ciocalteu 용액 100 μ L를

Table 1. Study groups

Group	Oil extraction process
NF	Un-roasted flaxseed oil
CF1	Roasted flaxseed oil at 150°C for 10 min
CF2	Roasted flaxseed oil at 150°C for 20 min
CF3	Roasted flaxseed oil at 200°C for 10 min
CF4	Roasted flaxseed oil at 200°C for 20 min

넣은 후 7% carbonate 용액 1 mL를 넣고 상온에서 30분간 방치한 후 760 nm에서 UV-spectrophotometer (Spectramax ABS Plus, Molecular devices, USA)로 흡광도를 측정하여 galic acid를 기준물질로 하여 총 페놀 함량을 구하였다.

2.4 지방산 조성 분석

시료의 지방산 조성은 Rafael & Mancha의 방법에 따라 분석되었다[10]. 추출된 기름시료에 methylation mixture (MeOH:Benzen:DMP(2,2-Dimethoxy-propane):H₂SO₄=39:20:5:2)를 2 mL 및 heptane 1 mL을 넣고 흔든 후 80°C에서 2시간 추출하여 fatty acid methyl esters (FAME)로 전환하였다. 상온냉각한 후 상층액을 추출하여 gas chromatograph (GC, Agilent 7890A, Agilent Technologies, USA)로 지방산 조성을 분석하였다. 분석기기의 조건은 Table 2와 같으며, Supelco 37 Component FAME Mix (Supelco Inc., USA)를 standard로 pentadecanoic acid (Sigma-Aldrich, USA)를 internal standard로 사용하여 상대정량을 하였다.

Table 2. Experimental condition for GC analysis

Column	DB-23 (60 mm x 0.25 mm x 0.25 μm, Agilent Technologies, USA)
Detector	Flame ionization detector (FID)
Detector Temperature	280°C
Injector Temperature	250°C
Injector Volume	1 μL (split ratio 10:1)
Flow rate	1 mL/min
Oven condition	
Temperature	50°C (1 min) → 130°C to 215°C → 250°C (5 min)
Gas	H ₂ : 35 mL/min, Air : 350 mL/min, He : 35 mL/min

2.5 휘발성 성분 분석

시료는 solid phase micro-extraction (SPME)

방법으로 휘발성 성분을 추출하였고 사용된 SPME fiber는 polydimethylsiloxane/divinylbenzene (PDMS/DVB, 65 μm, Supelco Inc., USA)을 사용하였다. SPME vial에 시료를 4g씩 넣고 gas chromatograph/mass spectrometry (GC/MS)로 휘발성 성분을 분석하였으며 GC/MS의 분석조건은 Table 3과 같다. 휘발성 성분은 GC/MS 프로그램 및 선행연구의 비교를 통해 분류되었고 1,2-dichlorobenzene을 internal standard로 넣어 상대적 정량을 하였다.

Table 3. Experimental condition for GC/MS analysis

Instrument	
GC	Trace 1310 (Thermo Scientific, USA)
MS	TSQ 8000 (Thermo Scientific, USA)
Column	DB-WAX (122-7063, 60 m, 0.25 mm, 0.50 μm, Agilent Technologies, USA)
Detector Temperature	250°C
Injector Temperature	250°C
Split ratio	20:1
Split flow rate	40 mL/min
Carrier rate	2 mL/min
Oven Temperature	40°C (5 min) → 230°C (10 min)
Ionization energy	70 eV

2.6 통계분석

실험군간의 비교분석은 SPSS 통계분석 프로그램으로 분석되었다(version 19, SPSS Inc., USA). One-ANOVA로 분석 후 5% 유의수준에서 Duncan's multiple range test를 이용하여 유의성 검정하였다(P<0.05).

3. 결과 및 고찰

3.1 볶음 조건에 따른 아마씨 착유수율

저온압착법에 의해 추출된 유지는 아마씨의 볶음 유무 및 볶음 조건에 따라 착유량과 착유수율에 차이를 보였다(Table 4). 150°C 온도에서는 볶음 시간에 따라 착유수율이 약 2배 이상의 증가를 보인 반면 200°C에서는 차이를 보이지 않았다. 또한, 150°C에서 10분간 볶아 착유한 경우는 볶지 않고 착유한 경우와 착유수율이 큰 차이를 보이지 않았고, 150°C 온도에서 20분간 볶은 경우의 착유수율은 200°C 볶음 조건과 비교 시 유사한 경향을 보였다. 본 연구에 사용된 볶음온도 및 시간은 볶음온도가 높아질수록 착유수율이 증가된

다는 들기름 연구[7]와 아마씨유의 영양적 성질과 안정성을 보고한 연구[11,12]를 고려하여 볶음조건을 선택하였다. 아마씨에 함유된 천연독소물질인 총 시안배당체 함량을 모니터링 연구에서 볶지 않은 경우와 150-350℃에서 10분간 볶은 후 착유된 아마씨유의 총 시안배당체 함량은 볶지 않은 경우와 비교 시 약 200℃에서 가열한 경우 유의적으로 감소되었다[12]. 또한, 식품의약품안전처의 연구보고서에 의하면 아마씨의 시안배당체 독소제거방법으로 물에 장시간 담그거나 세척하여 200℃에서 약 20분 정도 볶아 사용하기를 권장하고 있다[13].

Table 4. Oil extraction yield of Flaxseed

Group	Weight after roasting (g)	Oil extraction (g)	Oil extraction yield (%)
NF	300	30.95	10.32
CF1	291	44.87	15.42
CF2	278	89.56	32.22
CF3	259	92.73	35.80
CF4	255	95.32	37.38

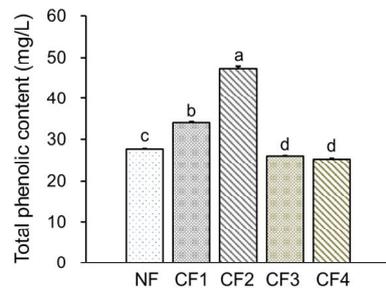
3.2 총 페놀 함량

기름의 산패를 억제하는 총 페놀 함량은 아마씨유의 볶음 유무 및 볶음 조건에 의해서 유의적인 차이를 보였다(Fig. 1). 150℃에서 볶아 착유된 아마씨유는 볶지 않고 착유된 아마씨유와 200℃에서 볶아 착유된 아마씨유보다 유의적으로 증가되었다. 150℃에서는 볶는 시간이 증가됨에 따라 총 페놀 함량도 유의적으로 증가되었다. 흥미롭게도 200℃에서 착유된 아마씨유는 볶는 시간의 조건에 상관없이 볶지 않고 착유된 아마씨유보다도 유의적으로 총 페놀 함량이 감소되었다. 참기름과 들기름을 볶지 않고 저온압착한 경우와 160℃에서 볶은 후 저온압착한 경우의 총 페놀 함량을 비교한 연구에서 총 페놀 함량이 볶은 후 저온압착한 경우에서 유의적으로 증가하였다[14-15]. 또한, 호박씨유를 볶지 않거나 볶은 후 추출한 경우에서 볶아서 추출한 경우가 볶지 않은 경우보다 산화적 안정성이 증가되었다[16]. 이는 볶지 않거나 고온조건에서 착유하는 것보다 저온조건에서 아마씨를 볶은 후 저온압착하는 방법이 산화되기 쉬운 아마씨유의 식품 안정성에 기여할 수 있는 것으로 보인다.

3.3 지방산 조성

착유조건에 따른 지방산 조성을 분석한 결과는 Table 5와 같다. 아마씨유의 주요 지방산은 팔미트산,

스테아르산, 올레산, 리놀레산 및 α-리놀렌산으로 나타났다. 총 지방산 함량은 150℃에서 볶아 착유한 경우보다 볶지 않은 경우와 200℃에서 볶아 착유한 경우 증가 경향을 보였지만, 실험군간 개별 지방산 조성은 볶음 조건에 의해서 큰 영향은 보이지 않았다. 아마씨유에 풍부하다고 알려진 α-리놀렌산은 약 38-41%로 나타났고, 150℃에서 볶아서 착유한 경우보다 200℃에서 볶아서 착유한 경우에 리놀레산과 α-리놀렌산이 상대적으로 높은 경향을 보였다. 또한, 200℃에서 볶아서 착유한 경우는 볶지 않거나 150℃에서 볶아서 착유한 경우보다 포화지방산의 함량은 낮은 반면, 불포화지방산의 함량은 상대적으로 높게 나타났으며, n-6/n-3의 비율은 낮게 나타났다. 종자별 지방산 조성을 분석한 선행연구에서 올레산, 리놀레산, α-리놀렌산이 각각 황색 종자(18.24%, 16.26%, 56.60%)와 갈색 종자(39.16%, 15.62%, 31.38%)에서 보고되었는데[17], 이는 본 연구에 사용된 갈색 종자의 지방산 조성(32.1-34.5%, 15.7-16.2%, 37.8 -41.1%)과 유사함이 확인되었다. 또한, 볶음 온도는 아마씨유의 영양적 특성과 산화적 안전성에 영향을 줄 수 있으며 200℃ 미만으로 볶은 경우와 비교 시 200℃ 이상으로 볶은 경우 지방산 조성 변화 없이 생리활성 화합물의 함량을 유의적으로 감소시켰다[11]. 지방산 함량의 조성이 유사하다고 알려진 들깨의 볶음조건에 따른 지방산 분석연구에서도 150-210℃ 사이에서 10-30분 범위에서 볶은 들깨에서 착유한 들기름의 경우에도 올레산, 리놀레산 및 α-리놀렌산의 함량 변화가 나타나지 않았다[7]. 또한, 참기름을 저온압착하여 지방산 조성 및 함량을 비교한 연구에서도 볶음 여부는 상관이 없었다[14].



Values are expressed as means±SEM (n=3) and bars with different superscripts are significantly different at P<0.05. NF, un-roasted; CF1, 150℃ for 10 min; CF2, 150℃ for 20 min; CF3, 200℃ for 10 min; CF4, 200℃ for 20 min.

Fig. 1. Total phenolic content of Flaxseed oils

Table 5. Fatty acid composition of Flaxseed oil

(mg/g)

Fatty acid	Group				
	NF	CF1	CF2	CF3	CF4
Palmitic Acid (C _{16:0})	43.00	42.49	45.43	46.03	45.65
Stearic Acid (C _{18:0})	44.22	42.95	40.23	38.85	38.36
Oleic Acid (C _{18:1n7})	280.35	272.58	268.60	267.01	262.61
Linoleic Acid (C _{18:2n6})	134.25	126.58	125.62	130.75	129.40
α -Linolenic Acid (C _{18:3n3})	320.08	298.65	313.08	341.01	336.70
Arachidic Acid (C _{20:0})	1.78	1.76	1.68	1.62	1.63
cis-11-Eicosenoic Acid (C _{20:1n9})	1.89	1.85	1.91	1.90	2.00
Behenic Acid (C _{22:0})	1.86	1.70	1.66	1.67	1.57
Lignoceric Acid (C _{24:0})	1.45	1.32	1.28	1.34	1.27
Total	828.87	789.87	799.49	830.18	819.18
Saturated fatty acid	92.30	90.20	90.28	89.50	88.47
Unsaturated fatty acid	736.57	699.67	709.21	740.68	730.71
Monounsaturated fatty acid	282.24	274.44	270.51	268.91	264.61
Polyunsaturated fatty acid	454.33	425.23	438.71	471.76	466.10
n-6/n-3	0.42	0.42	0.40	0.38	0.38

3.4 휘발성 성분

아마씨유의 휘발성 성분은 휘발성 성분을 포집하여 성분 조성 변화없이 빠르고 간단하며 재현성이 높아서 식품분야에서 휘발성 성분 분석에 적용되고 있는 SPME 방법으로 진행되었다[18]. 아마씨의 볶음 유무

및 볶음 시간은 아마씨유의 휘발성 성분 함량에 영향을 주는 것으로 나타났으며, 아마씨유의 휘발성 성분은 internal standard (IS)로 확인된 성분의 peak area을 IS의 peak area로 계산하여 상대적 정량분석을 진행하였다(Table 6).

Table 6. Volatile profiles found in Flaxseed oil

Functional group	Compound	Group				
		NF	CF1	CF2	CF3	CF4
Hydrocarbon group						
Alkane	Octane	0.01	0.03	0.08	0.09	0.08
Alkene	Styrene	0.69	2.16	1.11	1.78	0.53
	Sub-total	0.70	2.19	1.18	1.87	0.61
Carbonyl compound						
Acid	Acetic acid	0.80	0.41	1.42	2.99	7.18
Aldehyde	2,4-Heptadienal	0.69	0.62	1.22	1.82	4.61
	2,4-Heptadienal(2)	0.13	0.18	0.22	0.00	0.39
	2-Butenal	0.00	0.02	0.04	0.00	0.04
	2-Heptenal	0.00	0.00	0.00	0.47	0.87
	2-Hexenal	0.06	0.04	0.04	0.00	0.00
	2-Methyl-1-propanal	0.08	0.06	0.46	1.04	0.73
	2-Methylbutanal	0.08	0.09	0.89	2.30	1.38
	2-Pentenal	0.02	0.04	0.08	0.03	0.06
	3-Methylbutanal	0.00	0.13	0.68	0.92	0.35
	Hexanal	0.06	0.11	0.24	0.18	0.12
	Propanal	0.00	0.03	0.06	0.11	0.09
Ketone	(5E,9E)-6,10-Dimethyl-5,9-dodecadien-2-one	0.04	0.05	0.31	0.80	0.90
	1-Penten-3-one	0.02	0.04	0.15	0.14	0.16
	2,3-Pentadione	0.00	0.07	0.29	0.38	0.27
	3,5-Octadien-2-one	0.01	0.02	0.04	0.00	0.13
	3-Hydroxy-2-butanone	0.00	0.04	0.17	0.48	0.21
	Sub-total	2.00	1.95	6.32	11.66	17.51
Hydroxyl group						
Alcohol	1-Hexanol	0.27	0.36	0.51	0.37	0.27
	1-Penten-3-ol	0.14	0.21	0.72	1.33	1.69
	Sub-total	0.41	0.57	1.22	1.69	1.96
Oxygen group						
Furan	2-[(2E)-2-Pentenyl]furan	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
	2-Ethylfuran	0.02	0.03	0.11	0.11	0.12
	2-Pentylfuran	0.15	0.17	0.47	0.65	0.57
	Sub-total	0.17	0.20	0.58	0.75	0.70

(Contiued)

Table 6. Volatile flavor profiles found in Flaxseed oil

Nitrogen compound						
Pyridine	2-Ethylpyridine	0.01	0.00	0.02	0.19	0.89
Pyrazine	2,5-Dimethylpyrazine	0.16	0.10	1.92	16.57	21.58
	2,6-Dimethylpyrazine	0.05	0.02	0.25	4.49	9.54
	2-Ethyl-6-methylpyrazine	0.02	0.00	0.11	2.42	4.89
	3-Ethyl-2,5-dimethylpyrazine	0.03	0.01	0.32	3.24	6.30
	Methylpyrazine	0.14	0.09	0.80	10.47	20.60
	Trimethylpyrazine	0.04	0.02	0.32	4.24	8.00
	Sub-total	0.44	0.25	3.76	41.62	71.80
Unknown	UN 13.10_45	0.00	0.08	0.44	0.12	0.09
	Total	3.72	5.24	13.50	57.70	92.67

식물성 유지에서 유지의 볶음 과정 및 착유조건은 휘발성 화합물의 생성 및 분해와 관련하여 유지의 성질에 중요한 영향을 미치는 인자로 작용할 수 있다. 본 연구에서 볶는 동안 지방분해에 의해서 생성되는 aldehyde, ketone 및 furan에 속하는 휘발성 성분들이 볶음 온도 및 시간이 증가됨에 따라 증가되었다. 특히, aldehyde 화합물은 유지류 및 유지 식품의 산패 지표로 알려져 있는데[19,20], 볶지 않거나 150℃에서 볶아서 착유한 아마씨유보다 200℃에서 볶아서 착유한 아마씨유에서 2,4- heptadienal과 2-heptenal이 상대적으로 증가되었다(Fig. 2). 전통적인 방법으로 높은 온도에서 볶아서 착유한 아마씨의 휘발성 화합물에서 상대적으로 aldehyde와 Ketone 및 acid의 함량이 볶지 않고 착유한 아마씨유보다 유의적으로 증가되었다[21].

볶는 과정에서 지방산화 뿐만 아니라 Maillard 반응을 통해 많은 휘발성 성분이 생성되는데, 본 연구에서도 볶음 온도와 시간이 증가됨에 따라서 carbonyl 화합물, hydroxy 그룹, oxygen 그룹 및 nitrogen 그룹이 150℃보다 200℃에서 볶아서 착유한 아마씨유에서 휘발성 성분 함량이 더 높게 나타났다. 볶음 온도에 따른 참기름의 휘발성 성분의 변화를 보고한 선행연구에 의하면 휘발성 성분 총량은 볶음 온도가 상승함에 따라서 증가하여 25℃에서 150℃로 볶음 온도가 상승하는 동안 약 2배의 휘발성 성분 총량이 증가되었으며 210℃에서 볶는 경우는 약 5배가 증가되었다[22]. 특히, Maillard 반응의 지표인 pyrazine 화합물은 볶음 온도와 시간조건에 영향을 받는데, 150℃에서 10분간 볶은 경우와 200℃에서 20분간 볶은 경우를 비교 시 약 280배의 증가를 보였다. 선행연구에 의하면 pyrazine 화합물 계통은 참기름의 고소한 향에 기여하며 150℃까지는 변화의 차이가 미비하지만 170℃ 이상으로 볶

을 경우 급격하게 증가되는 화합물로 보고되었다[22]. 저온압착과 고온압착에 의해 착유된 아마씨의 휘발성 성분을 비교한 연구에서 고온압착에 의해 착유된 아마씨유에서 상대적으로 alcohol 함량과 특유의 향미에 기여하는 pyrazines, pyrroles 및 pyridines 화합물이 빠르게 감소되었고 aromatic heterocyclic 화합물은 인체 생리적 기능에 독성효과를 나타내서 저온압착에 의해 착유된 아마씨가 더 식품 안정성을 가지고 있다고 보고했다[23].

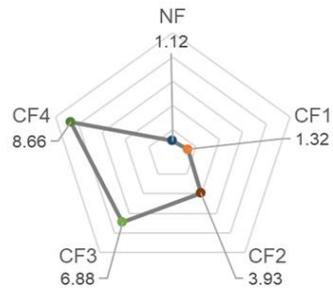


Fig. 2. Content of aldehyde compounds in Flaxseed oils

NF, un-roasted; CF1, 150℃ for 10 min; CF2, 150℃ for 20 min; CF3, 200℃ for 10 min; CF4, 200℃ for 20 min.

4. 결론

최근 국내 보급이 증가되고 있는 가정용 저온압착기로 착유된 아마씨의 화학적 특성을 알아본 연구는 아직 보고되고 있지 않다. 이에 본 연구에서는 식물성 유지 중 불포화지방산인 α-리놀렌산이 풍부하다고 알려진 아마씨에서 볶음조건의 조절과 저온압착에 의한 착유방법이 아마씨의 착유수율, 지방산 조성, 총 페놀 함량 및 휘발성 성분에 미치는 변화를 비교하였다. 착

유수율은 150℃에서 20분과 200℃에서 10분 또는 20분 동안 볶은 후 착유한 아마씨유에서 볶지 않은 아마씨유보다 약 2배 정도 높았다. 총 페놀 함량은 150℃에서 20분간 볶은 후 착유한 아마씨유가 다른 군에 비해서 유의적으로 증가되었다. 지방산 조성은 볶음조건에 의해서 차이를 보이지 않았다. 휘발성 성분은 볶음온도와 시간이 증가됨에 따라서 함량이 증가되었으며, 200℃에서 볶은 후 착유한 아마씨유는 지방산패의 지표로 사료되는 carbonyl 화합물과 Maillard 반응에 기여하는 pyrazine 계통의 화합물이 증가되었다. 본 연구의 결과를 고려할 때 가정용 저온압착 착유기를 사용하여 아마씨유를 제조할 때 볶지 않은 아마씨 상태로 착유하는 것보다는 150℃에서 20분 동안 볶은 후 저온압착으로 착유하는 것이 아마씨유의 산화안정성을 높이기 위해 바람직한 착유방법으로 제시될 수 있다. 하지만, 제안된 착유조건에서 아마씨유의 지방 산패에 미치는 영향과 저장기간에 따른 산화안정성 규명에 대한 추가적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

REFERENCES

- [1] L. Brühl, B. Matthäus, A. Scheipers & T. Hofmann. (2008). Bitter-off-Taste in Stored Cold-pressed Linseed Oil Obtained from Different Varieties. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 110, 625-631. DOI : 10.1002/ejlt.200700314
- [2] D. B. Oomah. (2001). Flaxseed as a Functional Food Source. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 81, 889-894. DOI : 10.1002/jsfa.898
- [3] R. Bernacchia, R. Preti & G. Vinci. (2014). Chemical Composition and Health Benefits of Flaxseed. *Austin Journal of Nutrition and Food Sciences*, 2(8), 1045. <https://austinpublishinggroup.com/nutrition-food-sciences/fulltext/ajnfs-v2-id1045.php>
- [4] M. Tańska, B. Roszkowska, M. Skrajda & G. Dąbrowski. (2016). Commercial Cold Pressed Flaxseed Oils Quality and Oxidative Stability at the Beginning and the End of Their Shelf Life. *Journal of Oleo Science*, 65(2), 111-121. DOI : 10.5650/jos.ess15243
- [5] B. Çakaloğlu, V. H. Özyurt & S. Ötleş. (2018). Cold Press in Oil Extraction. A Review. *Ukrainian Food Journal*, 7(4), 640-654. DOI : 10.24263/2304-974X-2018-7-4-9
- [6] S. S. The & J. Birch. (2013). Physicochemical and Quality Characteristics of Cold-pressed Hemp, Flax and Canola Seed Oils. *Journal of Food Composition and Analysis*, 30(1), 26-31. DOI : 10.1016/j.jfca.2013.01.004
- [7] Y. E. Kim, I. H. Kim, S. Y. Jung & J. S. Jo. (1996). Changes in Components and Sensory Attribute of the Oil Extracted from Perilla Seed Roasted at Different Roasting Conditions. *Agricultural Chemistry and Biotechnology*, 39(2), 118-122. <http://kiss.kstudy.com/thesis/thesis-view.asp?key=62826>
- [8] H. J. Park, J. Y. Kim, S. H. Park, S. H. Lee, J. S. Jang & M. H. Lee. (2017). Studies on the Physicochemical and Biochemical Characteristics in Sesame Seed Juice under Different Roasting Conditions. *Korean Journal of Food Science and Technology*, 49(4), 421-429. DOI : 10.9721/KJFST.2017.49.4.421
- [9] V. L. Singleton & J. A. Rossi. (1965). Colorimetry of Total Phenolics with Phosphomolybdic-phosphotungstic Acid Reagents. *The American Journal of Enology and Viticulture*, 16, 144-158. <https://www.ajevonline.org/content/16/3/144>
- [10] G. Rafael & M. Mancha. (1993). One-Step Lipid Extraction and Fatty Acid Methyl Esters Preparation from Fresh Plant Tissues. *Analytical Biochemistry*, 211, 139-143. DOI : 10.1006/abio.1993.1244
- [11] K. Waszkowiak, A. Siger, M. Rudzińska & W. Bamber. (2020). Effect of Roasting on Flaxseed Oil Quality and Stability. *The Journal of the American Oil Chemists' Society*, 97, 637-649. DOI : 10.1002/aocs.12352
- [12] R. Moknatjou et al. (2015). Roasting Effect on Total Cyanide, α -Tocopherol and Oil Characteristics of the Brown and Yellow Types of the Flaxseed (*Linum usitatissimum* L.). *International Journal of Biosciences*, 6(5), 273-282. <http://www.innspub.net/wp-content/uploads/2015/03/IJB-V6No5-p273-282.pdf>
- [13] Ministry of Food and Drug Safety. (2004). *The Annual Report of KFDA*. 8-1, 442-462.
- [14] B. K. Kim et al. (2008). Study on Characteristics of cold-pressed Sesame Oil and Virgin Sesame Oil. *The East Asian Society of Dietary Life*, 18(5), 812-821. <http://kiss.kstudy.com/public/public2-article.asp?key=50348029>

- [15] Y. S. Cho, B. K. Kim, J. K. Park, J. W. Jeong, S. W. Jeong & J. H. Lim. (2009). Influence of Thermal on Chemical Changes in Cold-pressed Perilla Seed Oil. *The Korean Society of Food Preservation*, 16(6), 884-892.
http://kiss.kstudy.com/thesis/thesis-view.asp?key=2818444
- [16] S. Nederal, D. Škevin, K. Kraljić, M. Obranović, S. Papeša & A. Bataljaku. (2012). Chemical Composition and Oxidative Stability of Roasted and Cold Pressed Pumpkin Seed Oils. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 89, 1763-1770.
DOI : 10.1007/s11746 -012-2076-0
- [17] O. J. Kwon. (2016). Characterization of Flaxseed and Flaxseed Oil as Edible Oil Resources. *The Korean Society of Food Preservation*, 23(4), 547-552.
DOI : 10.11002/kjfp.2016.23.4.547
- [18] A. Panighel & R. Flamini. (2014). Applications of Solid-phase Microextraction and Gas Chromatography /Mass Spectrometry (SPME-GC/MS) in the Study of Grape and Wine Volatile Compounds. *Molecules*, 19(12), 21291-21309.
DOI : 10.3390/molecules191221291
- [19] J. J. Kwang & J. J. Kim. (2002). Oxidative Stability and Flavor Compounds of Sesame Oils Blended with Vegetable Oils. *Korean Journal of Food Science and Technology*, 34(6), 984-991.
http://kiss.kstudy.com/thesis/thesis-view.asp?key=2010811
- [20] L. I. Cuicui & H. Lixia. (2018). Review on Volatile flavor Components of Roasted Oilseeds and Their Products. *Grain & Oil Science and Technology*, 1(4), 151-156.
DOI : 10.3724/SPJ.1447.GOST.2018.18052
- [21] G. Yu, T. Guo, Q. Huang, X. Shi & X. Zhou. (2020). Preparation of High-quality Concentrated Fragrance Flaxseed oil by Steam Explosion Pretreatment Technology. *Food Science & Nutrition*, 8(4), 2112-2123.
DOI : 10.1002/fsn3.1505
- [22] H. W. Kim, K. M. Park & C. U. Choi. (2000). Studies on the Volatile Flavor Compounds of Sesame Oils with Roasting Temperature. *Korean Journal of Food Science and Technology*, 32(2), 238-245.
http://kiss.kstudy.com/thesis/thesis-view.asp?key=544466

- [23] J. E. Yang, Q. D. Huang, Q. Zhou, F. H. Huang & Q. C. Deng. (2013). Comparative Research on Volatile Compounds in Cold- & Hot-pressed Flaxseed Oils. *Chinese Journal of Oil Crop Sciences*, 35, 321-325.
DOI : 10.7505/j.issn.1007-9084.2013.03.016

원 새 봄(Sae Bom Won)

[정회원]



- 1995년 2월 : 덕성여자대학교 식품영양학과(이학사)
- 1998년 2월 : 덕성여자대학교 식품영양학과(이학석사)
- 2006년 8월 : Ohio State University Human nutrition(이학석사)
- 2016년 2월 : 서울대학교 식품영양학과(생활과학박사)
- 2019년 3월 ~ 현재 : 청운대학교 식품영양학과 조교수
- 관심분야 : 식품기능성, 분자영양
- E-Mail : newspring@chungwoon.ac.kr