

유기산을 이용한 오징어 어유의 어취 개선

장민경 · 이옥희 · 김남영 · 유기환 · 장혜지 · 이승우 · 박미라¹ · 박정현¹ · 김미향² · 하종명 · 배송자² · 이상현*

신라대학교 제약공학과, ¹(주) 동우산업, ²신라대학교 식품영양학과

Received June 3, 2009 / Accepted August 25, 2009

Deodorization of Purified Fish Oil from Squids by Organic Acids. Min-Kyung Jang, Ok Hee Lee, Nam-Young Kim, Ki Hwan Yu, Hye Ji Jang, Seung Woo Lee, Mi Ra Park¹, Joung-Hyun Park¹, Mihyang Kim², Jong-Myung Ha, Song-Ja Bae² and Sang-Hyeon Lee*. *Department of Pharmaceutical Engineering, Silla University, Busan, 617-736 Korea, ¹Dongwoo Industrial Co, LTD, Pohang, 790-804 Korea, ²Department of Food and Nutrition, Silla University, Busan, 617-736 Korea* - To produce high quality fish oil products, additional deodorization experiments on purified fish oil from squid using columns filled with citric acid or gluconic acid were performed. A deodorization effect on the fish oil was observed on both the citric acid and gluconic acid columns. These effects were more efficient on the columns packed with 3 g of organic acid than those with 1 g or 2 g of organic acid. In addition, a better effect was observed in the column packed with gluconic acid than that with citric acid. Peroxide value (POV) and acid value (AV) of the sample treated with citric acid was the as same as the non-treated sample. However, POV and AV of the sample treated with gluconic acid were about 10% higher than the non-treated sample. Contents of eicosapentaenoic acid (EPA) and docosahexaenoic acid (DHA) of the samples treated with citric acid or gluconic acid columns were about 0.5% higher than the non-treated sample. In conclusion, deodorization of squid fish oil by organic acid could be an efficient method to produce high quality fish oil products.

Key words : Citric acid, deodorization, fish oil, gluconic acid, organic acid, squid

서 론

최근 수산물 및 수산가공식품에 대한 국민의 선호도가 높아짐에 따라 수산가공 공장에서의 가공률도 증가하고 있으며, 이로 인한 어두, 내장 및 어피 등과 같은 수산가공부산물의 배출량도 상대적으로 많아지고 있는 실정이다. 이들 수산가공부산물 중에는 단백질, 탄수화물 및 지방과 같은 유용한 성분이 다량 함유되어 있음에도 불구하고 현재까지 대부분 사료로 이용되거나 폐기되어지기 때문에 자원의 효율적인 활용이 제대로 이루어지지 않고 있을 뿐만 아니라 환경오염까지 유발하고 있다. 따라서, 수산가공부산물을 분리 회수하고 생물공학적 방법에 의해 고부가가치 기능성 식품소재로 전환하는 방법으로 이용효율을 높일 필요가 있다. 특히, 수산가공부산물 중에 포함된 어유(fish oil)는 육상동물의 그것에 비해 ω -3계의 다중불포화지방산인 eicosapentaenoic acid (EPA C20:5n-3)와 docosahexaenoic acid (DHA C22:6n-3)를 풍부하게 함유하고 있어 체내의 콜레스테롤 농도를 낮추어 주기 때문에 관상동맥 질환, 혈전증 및 암 유발 등을 억제하는 것으로 알려져 있다 [3,14]. Greenland의 에스키모인들이 높은 지방 섭취량에 비하여 심혈관계 질환으로 인한 사망률이 낮은 이유를 관찰한 결과, 등 푸른 생선에 많이 함유되어 있는 ω -3계 지방산에 기인하

는 사실이 알려져 그 기능성이 인정된 바 있다. 즉, ω -3계 지방산은 순환기 계통질환의 위험인자를 제거해주거나 혈청내의 지질구성이나 혈소판 응집기능에 변화를 주어 동맥경화증에 유익한 효과를 나타낸다고 알려져 있다. 또한, EPA와 DHA는 LDL-cholesterol의 함량을 낮추는 등의 고지혈증 및 심혈관계 질환에 대한 효능뿐만 아니라 성장에 필수적인 지방산으로도 알려져 있다 [5]. DHA는 뇌 조직 및 망막의 주요 성분으로 등 푸른 생선인 정어리, 꽂치, 멸치, 고등어, 참치 등에 포함된 총 지질 중 약 11~13% 정도로 함유되어 있으며 특히, 참치의 안구지방 중에는 30% 이상의 고농도로 존재한다. DHA는 실험동물의 학습능력을 비롯한 뇌기능 향상에 기여한다고 보고 되었다 [2,3,5,7,9,14]. 또한, 지질을 구성하고 있는 지방산들은 체내에서 모든 세포막 조직의 구성 성분인 인지질의 필수 요소가 된다. 이들은 세포 내외의 영양소와 여러 필수성분의 투과성을 조절하는 기능을 수행할 뿐만 아니라 소화관내에서 더 이상 가수분해 되지 않고 직접 흡수되어 그 자체가 생리활성을 갖는 경우도 많으므로 효과적인 기능성 지질로서 주목받고 있다 [18,19].

어유를 이용하기 위해서는 대개 용출법의 일종인 자취법에 의해서 유지를 채취한 후 원심분리를 행하여 유지와 물을 분리한다. 이렇게 채취된 어유는 단백질, 섬유질 및 색소 등의 불순물을 함유하고 있고 강한 어취를 갖고 있어서 직접 식용이나 식품가공의 원료로 이용하기에는 곤란할 뿐만 아니라, 가공 및 저장 안정성에도 문제가 있기 때문에 정제를 행할

*Corresponding author

Tel : +82-51-999-5624, Fax : +82-51-999-5636

E-mail : slee@silla.ac.kr

필요가 있다. 일반적으로 유지의 정제에는 탈검, 탈산, 탈색 및 탈취 등의 공정을 거치게 된다. 탈검공정은 물을 이용하여 조유 중의 lecithin이나 점질물질인 gum질 등을 제거한다. 탈산공정은 유리지방산을 제거하기 위하여 NaOH 등의 alkali로 처리하며, 탈색공정은 carotene이나 chlorophyll과 같은 색소를 제거하기 위하여 주로 활성백토를 이용한 흡착법이 이용되고 있다. 탈취공정은 유지정제의 마지막 공정으로서 조유의 불쾌한 냄새성분과 여러 불순물 및 이전 공정에서 제거되지 않고 남아 있는 불용성 성분을 제거함으로써 유지의 풍미와 산화 안정성을 향상시킬 수 있는데, 일반적으로 고온의 진공하에서 행해지는 수증기 증류법이 이용되고 있다[6,9-11,21]. 이와 같이 정제된 어유는 양어용 사료나 도료용 페인트 및 인쇄용 잉크에 이용되며, 이로부터 EPA와 DHA를 정제하기도 한다. 또한, 어유의 불포화지방산을 Ni 촉매 하에서 수소를 첨가하는 방법으로 포화지방산으로 경화시켜 마가린이나 쇼트닝 생산에도 이용된다[11-13].

어유의 특유한 냄새의 주요 원인으로 지질의 산화나 trimethylamine oxide (TMAO)가 환원되어 생성되는 positive charge를 갖는 염기성 아민인 trimethylamine (TMA)이 알려져 있다[1]. 어유의 탈취에 관한 연구로 말쥐치 내장유의 정제[10], 오징어 내장유의 정제[13], 정어리유의 정제[16], 정어리유에 대한 탈색 및 탈취 조건의 영향[11], 탈취공정 중 steam source의 조절과 glycerol 첨가가 어유의 저장 안정성에 미치는 영향[22] 등이 있으나, 이들 연구는 수증기 증류장치에 의한 탈취에 관한 내용이 대부분이다. 이와 같은 탈취공정을 위해서는 탈취탑이 필요하고 그 안에 수많은 tray를 설치해야 하며 과열증기를 붙여넣어야 하기 때문에 설치비용이 높고, 공간을 많이 차지하며, 높은 온도로 인해 어유의 품질저하를 가져올 우려와 함께 많은 시간이 걸리는 단점이 있다[13].

본 연구에서는 수증기 증류식 탈취장치 대신 유기산을 충전시킨 칼럼을 제작하고, 어유에 포함된 염기성 아민과 결합할 것으로 기대되는 citric acid 및 gluconic acid 등의 유기산을 이용하여 탈취실험을 행하였다. 즉, 유기산을 충전시킨 칼럼을 통과한 오징어 정제 어유들의 어취를 측정하고 미처리 대조군과 비교하는 방법으로 이들 유기산의 어취제거효과를 검토하였다.

재료 및 방법

시료

오징어내장으로부터 추출된 정제어유를 주식회사 동우산업으로부터 제공받아 실험실로 운반하여 4°C에서 보관하며 실험에 사용하였다.

어취 제거

20 ml syringe (Kovax-syringe)를 이용한 칼럼에 일정 크기

의 솜으로 syringe 주입구를 막은 후, gluconic acid 또는 citric acid를 각각 1, 2, 3 g 씩 syringe 칼럼에 넣고, 오징어 정제 어유 150 ml 씩을 syringe 칼럼에 통과시켰다. 통과된 어유시료를 vial에 15 ml 씩 분취하고 곧바로 뚜껑을 닫고 4°C에 보관하였다.

어취 측정

Syringe 칼럼을 이용하여 어취를 제거한 시료의 어취는 휴대용 냄새측정기(Handheld odor monitor model # OMX-GR, Kemik Corp, Japan)를 이용하여 측정하였다.

과산화물가 측정

Syringe 칼럼을 이용하여 어취를 제거한 시료 중 2 g을 삼각플라스크에 취한 뒤, 여기에 chloroform 10 ml, acetic acid 15 ml, KI 포화용액 1 ml 씩을 첨가하였다. 이를 10 초간 vortex를 행하여 잘 혼합한 후 압소에 10분간 방치하였다. 여기에 증류수 30 ml와 전분지시약 1 ml를 첨가한 후, magnetic bar로 stirring하면서 0.01 N Na₂S₂O₃로 적정을 행하였다[8].

계산식: 과산화물가= $\{(a-b) \times f\} / s \times 10$

* a: sample 적정량(ml), b: 공시험 적정량(ml), f: 0.01 N Na₂S₂O₃의 역가, s: 시료의 채취량(g)

Acid value (AV) 측정

Syringe 칼럼을 이용하여 어취를 제거한 시료 중 6 g을 삼각플라스크에 취한 뒤, diethyl ether:EtOH (2:1, v/v) 혼합용액 30 ml를 첨가하여 잘 혼합하고, 여기에 페놀프탈레인 1 g을 99% ethyl alcohol 90 ml에 녹이고 증류수로 100 ml가 되게 맞추어 만든 페놀프탈레인 지시약 100 µl를 첨가하여 시료가 완전히 녹을 때까지 vortex를 행한 후, magnetic bar로 stirring하면서 0.01 N KOH로 적정을 행하였다[8].

계산식: 산가= $\{(5.611 \times (a-b)) \times f\} / s$

* a: sample 적정량(ml), b: 공시험 적정량(ml), f: 0.01 N KOH의 역가, s: 시료의 채취량(g)

가스크로마토그래피를 이용한 지방산(EPA, DHA) 분석

지방산 조성은 GC-2010 gas chromatography (Shimadzu, Kyoto, Japan) Flame ionization detector (FID)를 이용하여 분석하였다. 분석조건으로, 칼럼은 SP-OMEGEWAX 320, polyethyleneglycol 100%; 300 m × 0.32 mm × 0.52 µm, 주입부 온도는 250°C, 칼럼온도는 200°C, 검출기온도는 260°C, 질소가스 유량은 1.0 ml/min, split ratio 10:1로 측정하였다.

가스크로마토그래피를 수행하기 위한 전처리 과정에 필요한 표준용액은 Sin 등[20]의 방법에 따라 제조하여 사용하였다.

정성시험으로는 유기산 칼럼을 이용하여 어취를 제거한 어유시료 및 지방산 표준용액을 각각 1~2 µl 주입하여 RRT

(Relative retention time - 내부표준물질에 대한 각 지방산들의 머무르는 시간의 비)를 이용하여 각각의 지방산을 확인하였다.

정량시험으로 정성시험법에 의해 얻어진 각 지방산의 피크면적 및 내부표준물질의 피크면적을 비교하여 다음과 같이 계산하였다.

$$\text{계산식: 지방산(mg/100 g)} = \text{STC} \times (\text{SAFA}/\text{STFA}) \times \text{FFA1} \times (\text{STIS}/\text{SAIS})$$

* STC: 표준물질 용액의 농도, SAFA: 시험용액 내의 표준물질 피크면적, STFA: 표준물질 피크면적, FFA1: 지방산으로의 전환계수, STIS: 표준물질용액 내의 내부표준물질 피크면적, SAIS: 시험용액 내의 내부표준물질 피크면적

결과 및 고찰

오징어 어유에 대한 유기산의 탈취효과

오징어 어유에 대하여 syringe 칼럼을 이용하여 어취를 제거한 결과, citric acid 및 gluconic acid 칼럼 모두에서 통계적으로 유의한 어취제거 효과가 관찰되었다(Table 1). 유기산 1 g을 사용한 경우보다 3 g을 사용한 경우에 전반적으로 보다 우수한 탈취효과를 얻을 수 있었으며, 이러한 결과는 산이 강한 proton donor의 역할을 하여 불휘발성염을 안정화시켜 어취제거 효과를 나타낸다는 보고와 같이[17], 염기성 아민(TMA)이 칼럼을 통과할 때 유기산과 상호작용하여 어취제거 효과가 나타난 것으로 사료된다. 실험 전반적으로 citric acid를 사용한 칼럼에서 보다 gluconic acid를 사용한 칼럼에서

더 높은 탈취효과를 얻을 수 있었으며 특히, 3 g의 gluconic acid를 사용한 경우 가장 낮은 어취가 검출되어 미처리 대조군에 비하여 약 48% 정도의 어취를 나타냈다(Table 1).

위의 결과를 토대로 3 g의 citric acid 및 gluconic acid를 사용한 칼럼들의 경우에 어취제거 효과가 뛰어나다고 판단되어, 각각의 유기산 3 g을 충전한 칼럼에 정제 어유를 통과시켜 어취를 제거한 시료들을 이용하여 과산화물가, 산가 및 지방산 성분의 분석실험을 수행하였다.

탈취어유의 과산화물가(POV)

과산화물가(peroxide values, POV)는 지방의 산패도를 나타내는 과산화물의 함량을 나타내는 수치로, 과산화물은 쉽게 분해되어 aldehyde, ketone 및 alcohol류 등의 휘발성 유독물질을 생성하므로 지질산화의 초기단계에서 산패도의 지표가 된다[2]. 오징어 정제어유의 유기산 칼럼 통과 시 일어날 수 있는 지질의 산화적 변화를 알아보기 위한 과산화물가의 측정 결과를 Table 2에 나타냈다. 시료 전반에 걸쳐 gluconic acid를 사용한 시료보다 citric acid를 사용한 시료에서 약 22% 정도의 더 낮은 POV가 관찰되었으며, citric acid를 사용한 경우는 시료 전반에 걸쳐 미처리 대조군과 유사한 POV를 나타냈다. 한편, gluconic acid를 사용한 경우는 시료 전반에 걸쳐 대조군에 비해 약 10% 정도의 높은 POV를 나타냈다. Yi 등[22]은 수증기 증류식 방법을 사용한 탈취공정에서 steam source에 초산, 글리세롤, 에탄올 및 구연산 등을 첨가하여 탈취실험을 수행하고 탈취가 완료된 시료들의 저장안정성에 미치는 영향을 확인하기 위하여 과산화생성물의 지표인 POV를 측정한 결과,

Table 1. Effect of various amounts of citric acid and gluconic acid on deodorization of fish oil samples

Organic acid used	Amount (g)	Fraction number									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Citric acid	1	12±0.85	12±0.46*	15±0.80	11±0.21*	12±0.66*	12±0.12*	18±0.14	15±0.17	20±0.66	17±0.84
	2	12±0.15*	12±0.1*	15±0.57	11±0.33*	12±0.88*	12±0.58*	18±0.16	15±0.66	20±0.45	17±0.1
	3	14±0.88	12±0.88	12±0.21*	11±0.32*	13±0.15	12±0.41*	11±0.71*	12±0.66*	12±0.24*	14±0.28
Gluconic acid	1	14±0.12	15±0.24	13±0.41	14±0.15	12±0.52*	14±0.67	15±0.50	11±0.81*	11±0.80*	15±0.63
	2	13±0.00	13±0.66	12±0.26*	12±0.51*	12±0.24*	12±0.45*	11±0.61*	10±0.43*	11±0.32*	12±0.22*
	3	10±0.30*	12±0.30*	10±0.00*	9±0.31*	9±0.36*	11±0.66*	11±0.50*	11±0.32*	10±0.80*	11±0.57*

Results are represented as mean±S.E.M, for three samples. Factorial ANOVA with Fisher's PLSD post hoc test * $p < 0.001$ compared with no treated samples (17±0.00).

Table 2. Peroxide values (POV) of deodorized fish oil samples

Organic acid used	Fraction number									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Citric acid	3.41±0.05	2.93±0.03*	3.16±0.18	2.82±0.03*	3.26±0.14	2.93±0.23*	3.42±0.17	3.56±0.31	3.51±0.20	3.51±0.20
Gluconic acid	3.89±0.10*	4.12±0.29*	3.95±0.63*	3.98±0.28*	4.98±0.49*	4.00±0.12*	4.20±0.17	4.11±0.63*	3.86±0.53*	4.27±0.38*

Results are represented as mean±S.E.M, for three samples. Factorial ANOVA with Fisher's PLSD post hoc test * $p < 0.001$ compared with no treated samples (3.74±0.33).

이들 모두가 저장안정성에 효과가 있었으며 역시 구연산 처리에서 저장안정성에 효과가 있음을 확인하였다.

탈취어유의 산가(AV)

산가(acid value (AV))는 지질의 가수분해로 생성되는 유리 지방산의 함량을 나타내는데, 유리지방산은 자동산화를 촉진하여 지질의 품질이 저하되는 산패현상을 일으킨다[2]. 오징어 정제어유의 가공 및 저장 시 일어나는 지질의 산패 정도를 알아보기 위한 산가의 측정결과를 Table 3에 나타냈다. 시료 전반에 걸쳐 gluconic acid를 사용한 결과보다 citric acid를 사용한 결과에서 약 0.6% 정도의 낮은 AV가 관찰되었으며, citric acid를 사용한 경우는 시료 전반에 걸쳐 대조군과 유사한 AV를 나타냈다. 한편, gluconic acid를 사용한 경우는 시료 전반에 걸쳐 대조군에 비해 약 10% 정도의 높은 AV를 나타냈다. 결과적으로, citric acid를 사용한 시료는 gluconic acid를 사용한 시료보다 지질의 산화를 촉진하는 유리지방산의 함량이 더 낮게 측정되었다.

가스크로마토그래피를 이용한 EPA 및 DHA의 함량

어유에 다량으로 함유되어 있는 고도불포화 지방산은 사람의 건강 유지에 좋은 효과를 나타낸다는 사실이 널리 알려져 있으며, 인간의 생리 작용에 미치는 효과에 대해서 영양학적,

임상학적 연구가 활발히 진행되고 있다[4]. 이들 지방산은 심장질환, 고혈압, 소염, 암의 치료 및 예방에 효과가 있다. 특히, DHA는 뇌의 구조지질의 약 60%를 차지하고 있어 뇌의 정상적인 성장 및 기능개발에 필수적인 것으로 알려져 있다[4]. 이러한 주요 지방산들이 탈취과정 중에 쉽게 산패되거나 함량 및 성분의 변화가 일어나기 때문에 이를 방지하기 위한 보다 안정적이고 효과적인 탈취공정 개발이 필요하다[21]. Kim 등 [15]의 연구에서 상품화된 어유인 경우 EPA 및 DHA가 제조과정이나 농축단계에서 산화가 될 수 있고 중합체가 생기는 문제가 있다고 보고하고 있다. 또한, Kim 등[12]의 흡착법을 이용한 대멸치어의 탈검, 탈산 및 탈취공정에 따른 지방산 조성을 조사한 연구에서 정제를 진행함에 따라 EPA 및 DHA가 포함되어 있는 polyene산은 다소 감소하고 포화산과 monoene산은 다소 증가하는 경향을 나타냈는데, 이는 정제과정 중 고도불포화지방산인 polyene산이 약간 변화되어 상대적으로 포화산과 monoene산이 다소 증가한 것으로 추정하고 있다. 본 연구에서는 유기산을 이용하여 어취를 제거한 시료들에 포함되어 있는 ω-3 고도불포화 지방산의 함량변화 여부를 확인하기 위하여 처리 시료들의 EPA 및 DHA 함량분석을 수행하였다. 그 결과, 시료 전반에 걸쳐 citric acid 및 gluconic acid를 사용한 시료 모두에서 비슷한 정도의 DHA 함량이 측정되었으며, 미처리 대조군 보다 높은 DHA 함량이 관찰되었다

Table 3. Acid values (AV) of deodorized fish oil samples

Organic acid used	Fraction number									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Citric acid	0.45±0.01*	0.44±0.01*	0.43±0.01	0.41±0.00*	0.44±0.01*	0.43±0.01*	0.44±0.02*	0.45±0.00*	0.43±0.01	0.41±0.01
Gluconic acid	0.45±0.01*	0.47±0.01*	0.45±0.02*	0.47±0.02*	0.45±0.02*	0.47±0.04*	0.46±0.02*	0.44±0.03*	0.41±0.03*	0.41±0.02*

Results are represented as mean±S.E.M, for three samples. Factorial ANOVA with Fisher's PLSD post hoc test *p<0.001 compared with no treated samples (0.44±0.01).

Table 4. Docosahexaenoic acid (DHA) compositions (%) of deodorized fish oil samples

Organic acid used	Fraction number									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Citric acid	21.6±0.78*	20.9±0.50*	18.9±0.60*	19.5±0.28*	19.2±0.90*	17.7±0.37*	18.5±0.71*	23.2±0.71*	21.4±0.40*	18.5±0.26*
Gluconic acid	21.1±0.58*	16.9±0.54*	18.8±0.25*	17.8±1.02*	19.0±0.87*	19.3±0.27*	17.6±0.03*	20.7±0.40*	20.8±1.25*	20.6±0.29*

Results are represented as mean±S.E.M, for three samples. Factorial ANOVA with Fisher's PLSD post hoc test *p<0.001 compared with no treated samples (19.1±0.17%).

Table 5. Eicosapentaenic acid (EPA) composition (%) of deodorized fish oil samples

Organic acid used	Fraction number									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Citric acid	8.84±0.19*	6.66±0.21	7.66±0.80*	8.64±0.70*	6.44±0.56	6.22±0.39	8.03±0.92*	8.20±0.67*	8.4±0.25*	7.25±1.15*
Gluconic acid	8.78±0.50*	6.05±0.41	6.45±0.82	5.30±0.53	5.27±0.26	7.26±0.44*	4.37±0.12	8.34±0.50*	9.74±0.65*	9.14±0.29*

Results are represented as mean±S.E.M, for three samples. Factorial ANOVA with Fisher's PLSD post hoc test *p<0.001 compared with no treated samples (7.31±0.36%).

(Table 4). 또한, citric acid 및 gluconic acid를 사용한 시료 모두에서 비슷한 정도의 EPA 함량이 측정되었으며, 미처리 대조군 보다 높은 EPA 함량이 관찰되었다(Table 5). 결과적으로, citric acid 및 gluconic acid를 사용하여 탈취를 행한 시료의 경우 미처리 대조군 보다 상대적으로 약간 높은 DHA 및 EPA 함량을 나타냈다.

요 약

오징어 정제어유에 대한 추가적인 탈취과정을 통해 고품질의 제품을 생산하기 위하여 유기산의 일종인 citric acid 및 gluconic acid를 이용한 칼럼을 제작하고 여기에 오징어 정제어유를 통과시키는 방법으로 어취제거 실험을 행하였다. 그 결과, citric acid 및 gluconic acid 칼럼 모두에서 우수한 어취제거 효과가 나타났으며, 유기산 1 g과 2 g을 사용한 경우보다 3 g을 사용한 경우에 더 우수한 어취제거 효과를 얻을 수 있었다. 또한, citric acid를 사용한 칼럼에서 보다 gluconic acid를 사용한 칼럼에서 더 높은 어취제거 효과를 얻을 수 있었다. 한편, 과산화물가(POV) 및 산가(AV)를 측정된 결과, gluconic acid 칼럼을 통과한 시료는 미처리 대조군에 비해 약간 높은 수치를 나타냈으며, citric acid 칼럼을 통과한 시료는 미처리 대조군과 비슷한 수치를 나타냈다. 결론적으로, gluconic acid 칼럼을 이용한 탈취실험의 경우는 탈취효과는 뛰어난 반면 과산화물가와 산가가 약간 증가하는 결과가 나타났고, citric acid 칼럼을 이용한 탈취실험의 경우는 탈취효과는 약간 떨어졌지만 과산화물가와 산가는 미처리 대조군과 비슷한 수치를 나타냈다. 본 연구에서 유기산 칼럼을 이용하여 성공적인 어취제거효과를 얻을 수 있었으며, 어유의 주요 성분 변화는 거의 관찰되지 않음을 확인할 수 있었다.

References

- Chiaki, K., O. Toshiaki, and E. H. Lee. 1990. Volatile constituents of processed squid product. *J. Kor. Soc. Food Nutr.* **19**, 547-554.
- Cho, Y. J., K. B. Shim, T. J. Kim, S. T. Kang, H. S. Lee, and Y. J. Choi. 2000. Effects of drying conditions on lipid oxidation and fatty acids compositions of large anchovy. *Kor. J. Fish Soc.* **33**, 192-197.
- Clark, W. F., A. Parbtani, D. J. Philbrick, E. Spanner, M. W. Huff, and B. J. Holub. 1993. Fish oil in lupus nephritis: Clinical findings and methodological implications. *Kidney Int.* **44**, 75-86.
- Fernandes, G. and J. T. Venkatraman. 1993. Role of n-3 fatty acids in health and disease. *Nutr. Res.* **13**, 819-823.
- Ha, B. S. 1982. Studies on the lipid of aquatic products (part 4) on the flesh lipid composition of cephalopods. *Bull. Kor. Fish Soc.* **15**, 59-73.
- Hubbard, N. E., D. Lim, and K. L. Erickson. 1998. Alteration of murine mammary tumorigenesis by dietary enrichment with n-3 fatty acids in fish oil. *Cancer Lett.* **124**, 1-7.
- Ikeda, S. and T. Taguchi. 1966. Improved assay method and levels of vitamin E in fish tissues. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish* **32**, 346-351.
- Japan oil chemist's society. 1996. Standard method for the analysis of fats and related materials. pp. 1-2, Tokyo, Japan.
- Kang, H. I., T. Ohshima, C. Koizumi, D. Y. Kim, and E. H. Lee. 1992. Studies on the refining and utilization on file fish viscera oil. 1. The refining of file fish viscera oil. *J. Kor. Soc. Food Nutr.* **21**, 175-180.
- Kim, C. J., B. H. Ahn, S. Y. Hwangd, and H. K. Shin. 1987. Effects of process conditions on sardinee oil during bleaching and deodorization. *Kor. J. Foos. Sci. Technol.* **19**, 420-424.
- Kim, E. M., J. H. Jo, S. W. Oh, and Y. M. Kim. 1997. Characteristics of squid viscera oil. *J. Kor. Fish Soc.* 595-600.
- Kim, K. D. and T. J. Bea. 2003. Deodorization of fish oil using adsorption method. *J. Life Sci.* **3**, 365-373.
- Kim, K. S. 1996. Studies on photosensitized oxidation in the lipids of marine products. I. Changes in fatty acid composition in total lipid in the irish moss, laver and oyster during the sun-dried and irradiating the ultra violet. *Bull. Mar. Sci. Inst. Yosu Nat'l Fish Univ.* **5**, 83-91.
- Kim, K. S. and T. J. Bea. 2003. Deodorization of fish oil using absorption method. *J. Life Sci.* **3**, 365-373.
- Kim, Y. K. and K. J. Joo. 1994. EPA, DHA and tocopherols contents in fish oil products and fishes. *J. Kor. Soc. Food Nutr.* **23**, 68-72.
- Lee, K. H., I. H. Jeong, J. S. Shu, B. J. You, and J. H. Ryuk. 1988. Utilization of polyunsaturated lipids in red muscled fishes. 5. Addition of refined oil to fish meat paste and storage stability of polyunsaturated fatty acids. *Bull. Kor. Fish Soc.* **21**, 239-245.
- Lee, Y. H. and H. S. Rhee. 1982. Effect of organic acid on suppression of fishy odor in salted clam pickle. *Kor. J. Food sci. Technol.* **1**, 6-10.
- Rose, D. P., J. M. Connolly, J. Raybum, and M. J. Coleman. 1998. Breast cancer and the Western diet: role of fatty acids and antioxidant vitamins. *Eur. J. Cancer Int.* **34**, 1852-1856.
- Shohat, J. and G. Boner. 1993. Role of lipids in the progression of renal disease in chronic renal failure: evidence from animal studies and pathogenesis. *Israel J. Med. Sci.* **29**, 228-239.
- Shin, H. S. and M. W. Lee. 1980. Studies on the Lipid Components of Panax ginseng. *Kor. J. Food Sci. Technol.* **12**, 185-192.
- Takeshi, K. and T. Muragishi. 1999. Characteristics of column adsorption and using. *J. food Sci.* **41**, 14-18.
- Yi, O. S., D. S. Han, and D. W. Cho. 1994. Effects of steam sources and glycerol on the storage stability of fish oil. *Kor. J. Food Sci. Technol.* **26**, 824-829.