

식물성 압착오일의 흡착제에 따른 항산화 활성 비교

구희연, 이기영*
전남대학교 대학원 향장품학협동과정

Comparison of Antioxidant Activity of Vegetable Oil by Using Adsorbents

Hee-Yeon Ku, Ki-Young Lee*

Interdisciplinary Program of Perfume and Cosmetics, Graduate School of Chonnam National University

요약 본 연구는 국내에서 생산된 호박씨, 동백씨, 고추씨 그리고 땅콩에서 오일을 압착 추출하여 오일의 정제과정에서 사용되는 흡착제인 활성탄, 산성백토, 백도토를 사용해서, 흡착제 사용에 따른 항산화 활성과 지방산 및 활성성분의 조성을 비교분석했다. 각 오일의 성분 분석 및 흡착제에 따른 변화는 가스마토그래피/질량분석기(GCMS)를 사용하여 분석했고 DPPH 라디칼 소거능과 ABTS 라디칼 소거능 측정을 통해 항산화 활성능력을 비교했다. 흡착제 처리 시, 실험에 사용된 4종의 국내산 식물성 오일에 포함 되어 있는 대부분의 지방산 및 항산화 능에 관여하는 화합물의 양이 감소되는 것을 관찰하였다. 호박씨 오일은 세 종류의 흡착제가 linoleic acid과 erythrodiol 성분을 감소시켰으며, 동백씨 오일의 경우 지방산들이 대체적으로 감소하였으나 산성백토로 정제한 군에서는 vitamin E의 손실이 없었고, 고추씨 오일의 매운 성분에 관여되는 capsaicin 화합물은 산성백토로 정제 시 53.33% 감소되었고, 땅콩 오일의 경우 활성탄을 처리한 군에서 sitosterol 화합물의 손실이 가장 적은 것을 확인 하였다. 항산화 활성은 호박씨 오일(백도토>산성백토>활성탄), 동백씨 오일(산성백토>백도토>활성탄), 고추씨 오일(백도토>산성백토>활성탄) 그리고 땅콩 오일(활성탄>산성백토>백도토)순으로 나타남을 확인하였다.

Abstract This study was designed to analyze the chemical composition and antioxidant activity of various vegetable oils (pumpkin seed oil, camellia seed oil, red pepper seed oil and peanut oil) using adsorbents (active carbon, acid clay, kaolin). Their chemical composition was analyzed by GCMS. Their antioxidant activity was evaluated by measuring their DPPH and ABTS radical scavenging activity. After the treatment with the adsorbents, the contents of most of the fatty acids and active ingredients contained in the four kinds of vegetable oils were reduced. After the treatment with the three adsorbents, the linoleic acid and erythrodiol contents of the pumpkin seed oil were reduced. In the case of the camellia seed oil, the fatty acids content was decreased, but there was no loss of vitamin E after the acid clay treatment. The content of the compound capsaicin, which forms part of the spicy component of red pepper seed oil, was reduced by 53.33% after the acid clay treatment. The peanut oil showed the lowest loss of sitosterol compound in the group treated with active carbon. The antioxidant activity was observed to be in the order of pumpkin seed oil (kaolin>acid clay>active carbon), camellia seed oil (acid clay>kaolin>active carbon), red pepper seed oil (kaolin>acid clay>active carbon) and peanut oil (active carbon>acid clay>kaolin).

Keywords : adsorbent, camellia, peanut, pumpkin, red pepper, vegetable oil

1. 서론

천연 오일은 자연계에 존재하는 모든 동·식물로부터

얻어지는데, 포화지방산이 대부분인 동물성 오일에 비해 이중결합이 많은 식물성 오일은 다양한 산업용 소재로 응용하기 위한 다양한 방법이 개발되고 있다[1]. 식물성

*Corresponding Author : Ki-Young Lee(Chonnam Univ.)

Tel: +82-62-530-1843 email: kilee@jnu.ac.kr

Received December 26, 2017

Accepted April 6, 2018

Revised (1st February 2, 2018, 2nd February 19, 2018)

Published April 30, 2018

오일은 피부 표피에 보호 층을 만들어 피부의 수분손실을 방지하고, 피부에 미용적 유익한 기능을 하여 화장품의 베이스로 널리 사용 되고 있어, 그 수요가 점차 늘어나고 있다[2]. 생활수준이 향상됨에 따라 각종 유지 관련 제품의 소비는 날로 급증하는 추세이나 식물유지의 국내 공급동향은 총 유지 소비량에 비해 자급률은 해마다 감소하여 대부분 수입에 의존하는 실정이다[3]. 나고야 의정서가 발효됨에 따라 국내 화장품에 활용되는 생물자원 원료에 대한 해외 의존도가 높아 자원 제공국과 이익 공유 금액이 커짐에 따라 수입 원료에 대한 금전적·비금전적 비용 증가가 예상된다[4]. 지속가능한 화장품, 자연원료에 대한 증가하는 소비자 수요는 화장품 산업의 전략적 이유가 되고 있어 국내 생물자원을 활용한 소재확보가 필요하다[5]. 이에 따라 천연물 산업에 대한 관심이 고조되어 이미 선진각국에서는 이 분야의 연구개발에 역점을 두고 각종 천연물의 제품화와 산업화에 역량을 집중하고 있는 추세이다[6]. 화장품 제조 시 사용 되는 식물성 오일은 비정제로 사용 할 경우 색소 등이 포함되어 일정한 색상을 유지하기 어렵고 특이 취로 인해 상품성이 떨어 질수 있으며, 불검화물, 유리지방산, 단백질 등의 물질이 포함되어 있어 제조공정상 문제를 일으키는 경우가 발생한다. 화장품 원료로 사용 시 대부분 유지의 탈취, 탈색의 목적과 관능성 등을 충족하기 위해 흡착제를 이용한 정제처리 과정을 거친다[7,8]. 활성탄(active carbon)은 유지의 흡착제로 제한 없이 사용되는 가장 대표적인 첨가물로 혼탁물질을 형성하는 색소나 고분자의 유기 불순물이 흡착되며, 향기성분과 같은 저분자의 불순물이 흡착된다. 백도토(kaolin)는 여과보조제와 침강보조제 기능이 있는 장점이 있어 흡착제로 널리 사용되며, 산성백토(acid clay)는 무기물로 구성된 흡착제로 선택적 흡착능력을 가지고 있어 유지의 탈색, 정제용으로 사용한다[9.10.11]. Choi 등의 연구에서, 함께 오일의 흡착제를 이용한 벤조피렌의 저감력은 활성탄>백도토>산성백토 순으로 나타났고, 갈색도는 백도토>산성백토>활성탄 순으로 나타나, 각 오일의 사용목적에 따라 흡착제 적용에 대한 연구가 필요하다[12]. 본 연구는 국내생산한 호박씨(Cucurbita moschata Duchesne seed), 동백씨(Camellia japonica L.), 고추씨(Capsicum annuum L seed) 그리고 땅콩(Arachis hypogaea L.)으로 오일을 추출 하여 흡착제 사용 시, 지방산과 항산화 관련 화합물의 조성변화와 1,1-diphenyl - 2-picryl-hydrazyl(DPPH)와

2,2'- Azino-bis-(3-ethylbenzothiazoline - 6-sulfonic acid) (ABTS) 라디칼 소거능 측정방법을 통해 항산화 능력을 비교 검토 하고자 한다.

2. 본론

2.1 실험 방법

2.1.1 시료의 추출

본 실험은 국내에서 2016년에 생산된 호박씨(충남 서산), 동백씨(전남 여수), 고추씨(경북 안동) 및 땅콩(경기 여주)으로부터 오일을 압착추출해서 시료로 사용했다. 시료의 추출조건은 Kim과 Kim등의 연구를 응용하여, 추출 전 호박씨(150 ℃, 4min), 동백씨(250 ℃, 6min), 고추씨(200 ℃, 15min) 그리고 땅콩(220 ℃, 6min)의 조건으로 로스팅 후 식물성 압착 식 착유기(HANARO 2BAL AUTO W, National Eng co. Ltd, Korea)로 12분간 추출 하였고 원심분리기(Continent R, Hanil, Korea)를 이용하여 60분간 원심분리 한 후 상층액 만 취해 유리용기에 -70 ℃에서 냉동보관하면서 분석시료로 사용했다[13,14].

2.1.2 흡착제 처리

시료에 사용된 흡착제는 활성탄, 산성백토, 백도토를 사용했고, Yoon의 방법을 응용하여 실험했다[15]. 압착 추출한 오일에 흡착제 0.25% 넣은 후, 온도 70 ℃ 20분 동안 교반하여, filter paper(advantec, 2, 100 circles, 110mm)로 처리한 후 분석했다.

2.1.3 GC분석

시료의 지방산 및 활성성분의 변화는 가스크로마토그 래피/질량분석기(GCMS-QP2010, Shimadzu, Japan)를 사용했고, 분석조건은 Table 1과 같으며 성분에 대한 함량은 면적에 대한 %로 표시했다.

Table 1. Analysis condition of GCMS

item	condition
column	DB-5MS(Agilent, USA)(30m×0.25mm×0.25 μ m)
oven	40 ℃(5min)→10 ℃(1min)→150 ℃→150 ℃(1min)→5 ℃(1min)→220 ℃→220 ℃(47min)
carrier gas	He
column flow	1ml/min
split ratio	1:10
injection vol	1 μ l

2.1.4 DPPH 라디칼 소거능(전자공여능) 측정

시료의 전자공여능(Electron donating ability, EDA)은 Jung의 방법을 응용하여 측정했다[16,17]. 10, 25, 50, 100 $\mu\text{l/ml}$ 농도의 오일 100 μl 과 0.2 mM DPPH(Sigma Chemical Co., St. Louis, MO, USA)용액 1 ml를 가한 후 30분간 암소에 반응시켰다. 분광광도계(UV-160A, Shimadzu, Japan)를 사용하여 517 nm에서 흡광도를 측정하여 무처리구와 처리구의 값을 비교하여 DPPH 활성 값을 도출했다.

2.1.5 ABTS 라디칼 소거능 측정

시료의 라디칼 소거능은 Park 등의 방법을 일부 변형하여 ABTS⁺ decolorization assay를 실시했다[18]. ABTS 라디칼 용액은 ABTS(Sigma Chemical Co., St. Louis, MO, USA)용액 7.4 mM과 potassium persulfate 용액 2.6 mM 을 1:1(v:v)로 혼합하여 상온에서 16시간 반응 시켜 ABTS⁺ 양이온을 형성 시킨 후 ethanol을 이용하여 흡광도 732 nm에서 0.7±0.3으로 조절하여 희석하여 사용했다. 10, 25, 50, 100 $\mu\text{l/ml}$ 농도의 오일 50 μl 과 희석된 ABTS용액 1 ml를 반응시켜 734 nm에서 흡광도를 측정했다.

2.1.6 통계분석

통계프로그램은 IBM SPSS Statistics V25를 사용하여 통계처리 했다. 평균과 표준편차 값을 구하고 error bar로 표시했다. 유의성 검증을 위해 T-test와 one-way ANOVA를 시행하고, 사후검증은 Duncan's multiple range test를 실시했다. 통계적 유의성은 95%(P<0.05)수준에서 평가 했다

2.2 결과 및 고찰

2.2.1 GC분석 비교

4종의 시료를 흡착제 처리에 따른 지방산 및 활성 성분의 조성을 알아보기 위하여 GCMS를 이용하여 분석했다(Table 2,3,4,5). 흡착제 처리를 하지 않은 비 정제 오일의 경우 호박씨 오일은 oleic acid(44.68%), 동백씨 오일은 oleic acid(67.69%), 고추씨 오일은 palmitic acid(10.27%), 그리고 땅콩오일은 oleic acid(5.96%)로 지방산 중 가장 높은함량을 보였다. 3종의 흡착제 모두 다른 지방산에 비해 linoleic acid의 손실이 가장 높았다. 흡착제 사용에 따른 지방산의 손실이 가장 높은 것은 호

Table 2. Chemical Composition of pumpkin seeds oil by using adsorbents

*ND: Not Detected unit : %

compounds	unrefined	active carbon	acid clay	kaolin
palmitic acid	18.63	3.53	0.03	0.05
stearic acid	5.91	1.77	ND*	0.04
oleic acid	44.68	3.24	0.03	0.07
linoleic acid	25.73	ND	ND	ND
squalene	4.41	1.90	2.15	2.18
erythrodiol	0.34	ND	ND	ND
vitamin E	0.30	0.11	0.20	0.21
total	100	10.54	2.41	2.54

Table 3. Chemical composition of camellia seeds oil by using adsorbents

*ND: Not Detected unit : %

compounds	unrefined	active carbon	acid clay	kaolin
palmitic acid	17.93	3.64	3.16	3.68
stearic acid	8.09	0.96	5.09	1.03
oleic acid	67.69	28.26	34.31	22.31
linoleic acid	1.10	ND*	ND	ND
squalene	2.20	0.92	1.04	1.39
vitamin E	3.00	ND	3.01	1.49
total	100	33.78	46.62	29.89

Table 4. Chemical composition of red pepper seeds oil by using adsorbents

*ND: Not Detected unit : %

compounds	unrefined	active carbon	acid clay	kaolin
palmitic acid	10.27	4.48	4.55	3.46
oleic acid	4.10	6.12	3.31	4.32
linoleic acid	3.79	ND*	ND	ND
squalene	17.16	9.00	8.30	8.67
capsaicin	2.39	1.25	1.12	1.88
nonivamide	1.36	ND	ND	ND
vitamin E	22.87	13.91	13.79	10.83
dihydrolanosterol	14.80	14.79	13.22	13.09
sitosterol	23.25	13.87	12.83	12.31
total	100	63.42	57.13	54.55

Table 5. Chemical composition of peanut oil by using adsorbents *ND: Not Detected unit : %

compounds	unrefined	active carbon	acid clay	kaolin
palmitic acid	4.45	1.72	1.53	2.12
oleic acid	5.96	4.03	1.70	2.58
linoleic acid	3.50	ND*	ND	ND
squalene	32.55	17.39	17.57	16.48
vitamin E	12.30	7.58	4.46	8.61
sitosterol	41.23	20.09	17.74	14.51
total	100	50.80	43.00	44.25

박씨 오일의 경우, 산성백토>백도토>활성탄, 동백씨 오일은 백도토>활성탄>산성백토, 고추씨 오일은 백도토>산성백토>활성탄 그리고 땅콩 오일은 산성백토>백도토>활성탄 순으로 나타났다. 비 정제 호박씨 오일에서는 squalene, vitamin E, erythrodiol이 검출되었고, 흡착제 처리 시, squalene(50.57~56.91%), vitamin E(30.28~64.28%)의 손실이 발생했고 erythrodiol의 경우 3종의 흡착제 처리 시 검출되지 않았다. 비 정제 동백씨 오일에서는 squalene, vitamin E가 검출되었는데, 활성탄 처리 시 vitamin E는 검출되지 않았다. 고추씨 오일에서는 매운 성분에 관여 되는 capsaicin이 검출되었는데 흡착제 처리 시 21.58~53.33%의 손실이 발생했다. 비 정제 땅콩 오일은 sitosterol(41.23%)이 가장 높은 함량을 보였고 흡착제 처리 시 14.51~20.09%의 손실이 발생했다.

2.2.2 DPPH 라디칼 소거활성 비교

DPPH와 ABTS 라디칼 소거능 분석법은 식물성 오일의 항산화 효능연구에서 high-quality reproducibility과 simple eminence control로 인하여 항산화도에 안정성을 부여할 수는 in-vitro 분석방법이다.[19]. DPPH 라디칼 소거능은 안정한 형태의 DPPH 라디칼이 항산화물질에서 전자를 받아 흡광도가 변하는 정도를 측정하여 구한다. 항산화 물질과 반응하게 되면 본래의 보라색의 안정된 자유 라디칼인 DPPH가 무색에 가깝게 변화가 된다 [20]. 각 시료에 대한 DPPH 라디칼 소거활성 측정은 10,

25, 50 100 $\mu\text{l/ml}$ 농도에서 아무 처리 하지 않은 비 정제 시료와 흡착제(활성탄, 산성백토, 백도토)로 처리한 시료를 각각 비교하였으며 결과는 Fig. 1과 같다. DPPH 라디칼 소거 활성 능은 호박씨 오일은 백도토>산성백토>활성탄 순으로 나타났으며, 모든 농도에서 흡착제에 따른 유의적이 차이를 보였다. 동백씨 오일은 산성백토>백도토>활성탄 순으로 나타났으나, 백도토와 활성탄 처리한 시료는 유의적인 차이를 보이지는 않았다. 고추씨 오일은 백도토>산성백토>활성탄으로 나타났으며, 농도 10 $\mu\text{l/ml}$ 를 제외하고는 모든 농도에서 흡착제에 따른 유의적인 차이를 보였다. 땅콩 오일은 활성탄>산성백토>백도토 순으로 나타났으며, 농도 10 $\mu\text{l/ml}$ 제외하고는 모든 농도에서 흡착제에 따른 유의적인 차이를 보였다.

2.2.3 ABTS 라디칼 소거활성 비교

ABTS 라디칼 소거능은 항산화 물질과 반응하게 되면 본래의 청록색이 탈색되어 나타나는 흡광도를 측정하여 구한다. ABTS와 DPPH는 모두 라디칼의 소거 능력을 측정하지만 ABTS는 cation radical이며 DPPH는 free radical이라는 차이가 발생하여 항산화 물질에 따라 라디칼에 결합하는 능력에 차이가 발생한다[21]. ABTS는 hydrogen donating antioxidants와 chain breaking antioxidants 모두를 측정 할 수 있고 aqueous phase와 organic phase 모두에게 적용 가능하다[22]. 각 시료에 대한 흡착제 처리에 따른 ABTS 라디칼 소거활성 결과

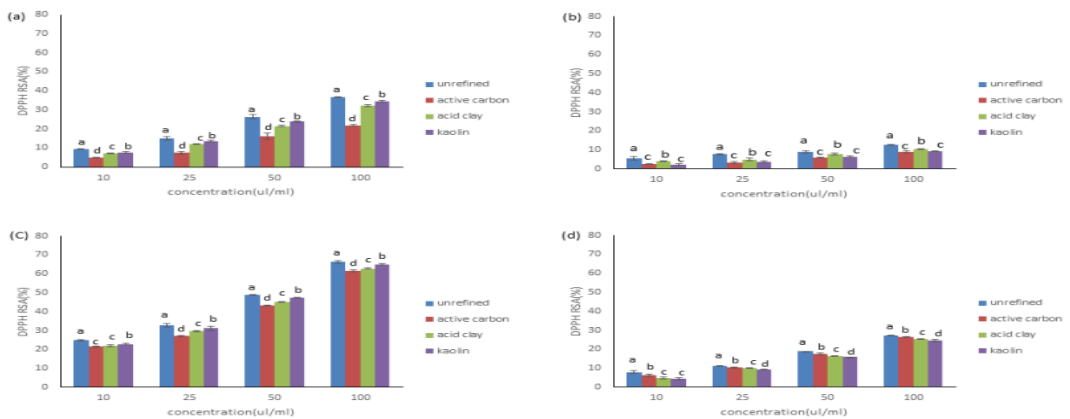


Fig. 1. Comparison of DPPH Radical Scavenging Activity(RSA) of vegetable oils by adsorbents (a) pumpkin seed oil (b) camellia seed oil (c) red pepper seed oil (d) peanut oil The values is the result of means±S.D. of three independent experiments. a-d indicate statistically significant difference(p<0.05) in the same concentration.

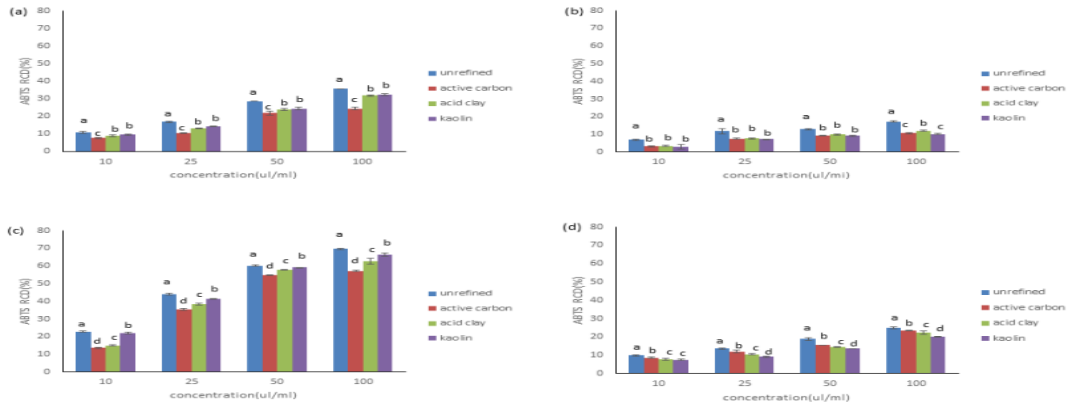


Fig. 2. Comparison of ABTS Radical Cation Decolorization(RCD) of vegetable oils by adsorbents (a) pumpkin seed oil (b) camellia seed oil (c) red pepper seed oil (d) peanut oil The values is the result of means±S.D. of three independent experiments. a-d indicate statistically significant difference(p<0.05) in the same concentration.

는 Fig. 2와 같다. 항산화 활성능력은 호박씨 오일의 경우 백도토>산성백토>활성탄 순으로 나타났으나, 백도토와 산성백토 처리한 시료의 활성 능은 유의적인 차이를 보이지는 않았다. 동백씨 오일은 산성백토>활성탄>백도토 순으로 나타났으나, 10, 25, 50 μl/ml 에서는 흡착제 간에 유의적인 차이는 보이지 않았다. 고추씨 오일은 백도토>산성백토>활성탄 순으로 나타났으며 모든 농도에서 흡착제에 따른 유의적인 차이를 보였다. 땅콩 오일은 활성탄>산성백토>백도토 순으로 나타났으며, 농도 10 μl/ml를 제외하고 모든 농도에서 흡착제에 따른 유의적인 차이를 보였다.

3. 결론

본 연구는 식물성 오일을 추출하여, 정제하는 과정에서 흡착제의 이용에 따른 지방산 및 항산화 관련 활성 성분 분석하고 비교하였으며 라디칼 소거능을 통한 항산화 능력을 분석했다. 4종의 식물성 오일의 항산화 능은 흡착제 처리를 하지 않는 비 정제 오일의 가장 높았고, 흡착제(활성탄, 산화백토, 백도토)처리 시 지방산 및 항산화 관련물질의 손실의 발생되어 각 식물성 오일의 항산화 능력에 차이가 발생했다. 비 정제 호박씨 오일은 포화 지방산 24.54%, 불포화지방산 70.41%로 나타났고 항산화 관련물질 squalene, erythrodiol, vitamin E가 검

출되었으며 흡착제 처리 결과 백도토>산성백토>활성탄 순서로 항산화 활성이 나타났다. 비 정제 동백씨 오일은 포화지방산 26.02%, 불포화지방산 68.79%로 나타났고 항산화 관련물질로 squalene, vitamin E가 검출되었으며 흡착제 처리 결과 산성백토>백도토>활성탄 순서로 항산화 활성이 나타났다. 비 정제 고추씨 오일은 포화지방산 10.27%, 불포화지방산 7.89%로 나타났고 항산화 관련 물질로 squalene, capsaicin, nonivamide, vitamin E, sitosterol이 검출되었으며 흡착제에 처리결과 백도토>산성백토>활성탄 순서로 항산화 활성이 나타났다. 비 정제 땅콩 오일은 포화지방산 4.45%, 불포화지방산 9.46%로 나타났으며, 항산화 관련물질로 squalene, vitamin E, sitosterol이 검출되었으며 흡착제 처리결과 활성탄>산성백토> 백도토 순서로 항산화 활성이 나타났다.

References

- [1] T.-S. Lee, Preparation and characterization of natural fiber reinforced biocomposites from soybean protein and oil, Ph. D. dissertation, Chungnam national university, 30, 2011.
- [2] Aleksandra Zielińska, Izabela Nowak, Fatty acids in vegetable oils and their importance in cosmetic industry, *Chemik*, 68(2), pp. 103 - 110, 2014.
- [3] H. S. Shin, Status and development direction of domestic edible oil industry, *Food science and industry*, 23(2), pp. 3-12, 1990.

- [4] Y. S. Oh, The Study on the adoption of the nagoya protocol on access and benefit sharing and analysis on prospection of the protocol, *The journal of intellectual property*, 6(3), pp. 205-237, 2011.
- [5] J. H. Son, Impacts of native plant resource preservation on korean industrial economy : GSPC strategy from nagoya protocol, Master's thesis, Korea university, pp. 24-30, 2016.
- [6] J. E. Kim, E. H. Kim and S. N. Park, Antibacterial activity of persicaria hydropiper extracts and its application for cosmetic material, *Korean journal of microbiology and biotechnology*, 38(1), pp. 112-115, 2010.
- [7] Afamefuna Okoronkwo, Ayorinde O. Jeje, Studies on the efficiency of oyster shell and kaolin as adsorbents for bleaching of palm oil, *Knowledge review*, 26(20), pp. 15-18, 2012.
- [8] B. Makhoukhi, M. A. Didi, D. Villemin and A. Azzouz, Acid activation of bentonite for use as a vegetable oil bleaching agent, *Grasas y aceites*, 60(4), pp. 343-349, 2009. DOI: <https://doi.org/10.3989/gya.108408>
- [9] S. K. Choi, Reduction of benzo(a)pyrene content in sesame oil by using adsorbents, Master's thesis, Seoul national university of science and technology, pp. 3-4, 2012.
- [10] A. N. Chae, J. W. Shin, K. W. Cho, B. C. Lee and K. G. Song, Removal of geosmin and 2-methylisborneol in drinking water by powdered activated carbon, *The korean society of civil Engineers*, 37(2), pp. 475-483, 2017.
- [11] J. S. Park, Effects of meso-and micro-pores of activated carbons on the adsorption of nom, Master's thesis, Soongsil university, 8, 2010.
- [12] S. K. Choi, S. B. Choe and S. T. Kang, Reduction of benzo(a)pyrene content in sesame oil by using adsorbents, *Journal of the korean society of food science and nutrition*, 43(4), pp. 564-569, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.3746/jkfn.2014.43.4.564>
- [13] E. J. Kim, Change of nutritional composition of pumpkin seed oil by extraction and heating process, Master's thesis, Chung-ang university, pp. 4-5, 2010.
- [14] M. J. Kim, S. R. Choi, Y. K. Jeon, J. S. Park, D. H. Lee, S. G. Kim, I. Y. Jeong and S. G. Lee, Effects of the change in the extraction efficiency and the fatty acid content of red pepper seed oil extraction methods, *Korean journal of horticultural science and technology*, 31(supple 1), 213, 2013.
- [15] J. S. Yun, Effects of active carbon stirring conditions on the changes of benzo(a)pyrene contents and quality in sesame oil, Master's thesis, Chung-ang university, pp. 34-35, 2016.
- [16] D. M. Jung, The contents of beneficiary components and oxidative stability of perilla seed oil obtained from roasted perilla seed with supercritical CO₂, press, and solvent extraction, Ph. D. dissertation, Woosuk university, 15, 2012.
- [17] E. S. Kwon, The effect of clove essential oil on antioxidation and antiinflammation, Ph.D. dissertation, Daejeon university, 16, 2016.
- [18] D. Y. Park, K. Y. Lee, Evaluation of the cosmeceutical activity of ethanol extracts from perilla frutescens var. acuta, *Journal of the korea academia-industrial cooperation society*, 18(3), pp. 513-517, 2017. DOI: <http://doi.org/10.5762/KAIS.2017.18.3.513>
- [19] Rubalya valantina S., Neelamegam P., Selective abts and dpph-radical scavenging activity of peroxide from vegetable oils, *International food research Journal*, 22(1), 289-294, 2015.
- [20] J. B. Kim, J. M. Kim, Y. M. Lee, I. S. Baek and S. C. Lee, Antioxidant activity and acetylcholinesterase inhibitory activity of ark shell(scapharca broughtonii), *Korean journal of food and cookery science*, 30(2), pp. 212-218, 2014. DOI: <http://doi.org/10.9724/kfcs.2014.30.2.212>
- [21] Meir S, J Kanner, B Akiri and S Philosoph-Hada s, Determination and involvement of aqueous educing compounds in oxidative defense systems of various senescing leaves, *Journal of agricultural and food chemistry*, 43, pp. 1813-1819, 1995. DOI: <https://doi.org/10.1021/jf00055a012>
- [22] K. M. Yoo, D. O. Kim and C. Y. Lee, Evaluation of different methods of antioxidant measurement, *Food science and biotechnology*, 16, pp. 177-182, 2007.

구 희 연(Hee-Yeon Ku)

[정회원]



- 2010년 2월 : 중앙대학교 의약식품 대학원 향장학과(향장학 석사)
- 2015년 2월 : 전남대학교 대학원 향장품학협동과정(향장학 박사 수료)

<관심분야>
향장품, 피부미용

이 기 영(Ki-Young Lee)

[정회원]



- 1980년 2월 : 서울대학교 대학원 화학공학과 (공학석사)
- 1991년 2월 : 서울대학교 대학원 화학공학과 (공학박사)
- 1981년 5월 ~ 현재 : 전남대학교 응용화학공학부 교수

<관심분야>
응용화학, 향장품