

반건조 장어 과산화에 대한 식물 주정 추출물의 항산화 효과

†송희순·김영모*

광주보건대학교 식품영양과 교수, *광주보건대학교 식품영양과 겸임교수

Antioxidant Effects of Ethanol Extracts from Plants on Peroxide Content in Semi-Dried Eels

†Hee-Sun Song and Young-Mo Kim *

Professor, Dept. of Food and Nutrition, Gwangju Health University, Gwangju 62287, Korea

*Adjunct Professor, Dept. of Food and Nutrition, Gwangju Health University, Gwangju, 62287, Korea

Abstract

Extracts from bay leaves, Chongbaek (*Allium fistulosum* L.), *Hutgae* (*Hovenia dulcis* Thunb.) fruit, and green tea, using Soju (Korean alcohol, 30°) as a solvent were analyzed for their antioxidative properties. The eels were evenly coated with the extract concentration equivalent to 2% of their total weight and dried for 15 hours at 35°C using an air blower. The DPPH radical scavenging effect, acid value and peroxide value of semi-dried eel, and linoleic acid peroxidation of eel oil were investigated. The highest level of DPPH radical scavenging was found in green tea extracts, followed by *Hutgae* fruit extract and bay leaves extract ($p<0.05$). The acid value and peroxide value of *Hutgae* fruit extracts coated eels refrigerated for 21 days were the lowest followed by the green tea extract coated eels. During the 20 days reaction period, all four kinds of extracts analyzed were found to effectively decrease linoleic acid peroxidation. Among them, *Hutgae* fruit and green tea extracts decreased the peroxide content of eel oil steadily and for a longer period when compared to other extracts. In conclusion, pre-application of *Hutgae* fruit and green tea extracts on eels before drying was found to be effective in delaying peroxidation in eels during the drying process and refrigeration.

Key words: eel, peroxide, antioxidant, *Hutgae* (*Hovenia dulcis* Thunb.), green tea

서론

식품 속에 함유된 유지는 산소에 의한 자동산화, 가수분해에 의한 산화, 고온가열에 의한 산화 등에 의해 산패되어 식품의 품질에 영향을 미치게 된다(Cho 등 2011). 최근 심혈관계 질병의 증가에 따라 불포화지방산을 다량 함유한 어패류의 소비 또한 증가하고 있다. 그러나 불포화지방산을 많이 함유한 어패류들은 산패가 쉬워서 가공, 저장, 유통에 대한 어려움이 있다. 냉장 유통시스템의 성장으로 다양한 제품들이 빠르고 간편한 즉석편의식의 형태로 개발·유통되고 있으며, 다양한 어패류들도 냉장냉동 유통시스템을 통해 4계절 내내 식탁에 쉽게 오를 수 있게 되었다. 뱀장어로 불리는 민물장어

는 원기회복을 돕는 보양식으로 우리나라뿐 아니라, 일본과 중국 등에서도 많이 소비되고 있다. 뱀장어 양식기술이 발달하면서 양식된 장어의 보급이 증가하였고, 소비자들의 건강에 대한 관심의 증가와 냉장냉동 유통시스템의 발전으로 이전보다 장어의 소비가 증가하고 있다(Statistics Korea 2014; Ahn 등 2015). 민물장어의 양식기술 발달에 따른 다량 생산은 생물로만 공급하는 유통시스템의 변화를 요구하고 있다. 이에 장어의 저장 및 유통을 높일 수 있는 방법에 대한 고민과 연구도 요구되고 있다. 불포화지방산을 다량 함유한 대표적 생선인 고등어의 전처리 방법 및 구이 방법을 통해 지질산화 안정성을 높이는 연구에 대한 보고가 있다(Lee & Lee 1990; Ryu 등 2002). 또한, 시판 반건조 뱀장어의 품질관리를

† Corresponding author: Hee-Sun Song, Professor, Dept. of Food and Nutrition, Gwangju Health University, Gwangju 62287, Korea. Tel: +82-62-958-7595, Fax: +82-62-958-7591, E-mail: songuta@ghu.ac.kr

위한 연구도 진행되어 봉장어의 과산화물값을 60 meq/kg으로 제시하였다(Choi 등 2015). 그러나 민물장어의 구성성분 및 제품개발과 관련한 다양한 연구(Kim 등 2000; Choi 등 2006; Ahn 등 2015; Moon & Yoo 2016)에도 불구하고, 지질산화 안정성에 대한 연구는 미흡하다. 이에 본 연구에서는 지질함량이 높은 것으로 알려진 민물장어의 저장 및 유통 기간을 늘리기 위해 장어의 지질산화를 낮추는데 도움을 줄 수 있는 전처리용 항산화 추출물을 탐색하고자 한다.

재료 및 방법

1. 시료추출

장어의 과산화 억제제를 위한 전처리용 시료로는 월계수잎, 총백, 헛개열매, 녹차를 사용하였다. 시료 25 g에 과실주를 담는데 사용하는 시판소주(30°) 500 mL를 넣어 112°C의 압력증탕기능을 가진 전기 약탕기(오쿠 2300R, (주)오쿠)에서 4시간 추출한 후 거즈로 1차 여과하고, 여과지(No.1, Whatman, UK)로 2차 여과하여 주정 추출물로 사용하였다. 추출물의 수율은 70%로 약 350 mL를 추출액으로 얻었다(Table 1). 추출용매로 소주를 선택한 것은 실제 장어 전처리 적용에 쉽게 활용할 수 있는 용매를 고려했다. 또한, 여러 연구에서 순수 에탄올이나 물보다 물과 에탄올이 섞인 용매로 추출했을 때 항산화 효과가 높았던 보고가 있었다(Kim 등 1993; Shon 등 2001; Kim 등 2004).

2. 장어 전처리 및 장어유 추출

실험에 사용한 장어(*Anguilla bicolor pacifica*)는 300~320 g 크기였으며, 머리, 내장, 뼈를 제거한 후 1차 세척한 손질장어를 사용하였다. 꼬리 부분을 제거한 장어 250 g에 주정 추출물 5 g을 장어 전체에 고루 바른 후, 수분활성이 90~91 정도가 될 때까지(수분활성 측정계 HP23-AW, Rotronic, Switzerland) 35°C에서 15시간 정도 열풍건조하여 실험에 사용하였다. 건조한 장어는 장어유를 추출할 때까지 진공포장하여 냉장보관한 후 사용하였다. 냉장보관 0일, 7일, 21일에 장어유를 추출하여 산가 및 과산화물가를 측정했고, 이를 통해 항산화 효과를 확인하였다.

장어유의 추출은 Folch 등(1957)의 방법에 준하여 추출하였다. 잘게 자른 반건조 장어 60 g을 클로로포름 : 메탄올(2:1, v/v) 혼합액 300 mL에 넣고 균질화기(SMG-G, 신생(주))로 추

출한 후 여과하였다(No.1). 잔사에 다시 클로로포름-메탄올 혼합액을 250 mL 가하여 균질화기로 추출하는 조작을 두 번 반복하였다. 얻은 여과액을 모두 합하여 분액깔대기에 옮겨 소량의 증류수를 넣어 혼합한 후 15~20시간 방치한 후 클로로포름 층을 분리하고, Na₂SO₄로 탈수시켜 여과지(No.1)로 여과하였다. 걸러진 여과액을 회전 진공 농축기(Rotavaor R-215, Büchi, Germany)로 40°C에서 감압 농축하여 장어유를 얻었다.

3. DPPH 소거능 효과

DPPH(2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl)의 라디칼 소거 활성은 여과지(No.1)에 한 번 거른 액상의 추출물을 사용하여 측정하였다. 증류수로 희석된 시료 1 mL에 에탄올 2 mL를 넣고 700 µM DPPH(2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) 용액 0.5 mL를 넣었다. UV-분광광도계(Shimadzu, Japan)를 이용하여 흡광도 517 nm에서 DPPH 라디칼 소거 효과를 측정하였다(Song 등 2007).

4. 과산화물가 측정

식품공전의 방법을 이용하여 회수한 지질 1~2 g을 250 mL 삼각플라스크에 취하고, 아세트산-클로로포름(3:2, v/v) 혼합용액 25 mL를 가하여 잘 용해시킨다. 여기에 KI 포화용액 1 mL를 넣고 1분간 흔들여 준 다음 10분간 암소에 방치하였다. 증류수 30 mL를 넣고, 전분 지시약을 넣은 후 0.01 N Na₂S₂O₃로 적정하여 무색이 되는 지점을 종말점으로 하였다(Kim 등 2015; Ministry of Food and Drug Safety 2017).

5. 산가 측정

식품공전의 방법을 이용하여 장어유 1~2 g을 250 mL 삼각플라스크에 취하고, 메탄올-에테르(2:1) 혼합용액 100 mL를 가하여 잘 용해시킨다. 페놀프탈레인 지시약을 한두 방울 넣어준 후, 0.1 N KOH 용액으로 적정하여 미홍색이 나타나면 종말점으로 하였다(Kim 등 2015; Ministry of Food and Drug Safety 2017).

6. 리놀레산 및 장어유 과산화 억제 효과

반건조 장어유 0.2 mL(또는 linoleic acid 0.13 mL)에 100% 에탄올 10 mL와 50 mM 인산완충액(pH 7.4) 10 mL를 넣고, 항산화 추출물 1 mL를 50 mL 코니컬튜브에 넣고 최종 용액량이 25 mL가 되도록 증류수를 첨가하여 40°C 항온수 욕조에서 20일간 반응시켜 과산화를 유도하였다. 과산화물가의 측정에는 thiocyanate method를 이용하여 반응액 0.1 mL를 시험관에 담고 70% 에탄올 4.7 mL, 30% NH₄SCN 0.1 mL, 3.5% 염산용액에 녹인 0.02 M FeCl₂ 용액 0.1 mL를 차례로 가하여

Table 1. Recovery rate of ethanol extracts from plants

	Bay leaf	Chongbaek	Hutgae fruit	Green tea
Recovery rate (%)	69.80±3.10	70.13±2.01	70.00±1.73	69.93±1.10

섞은 후, 3분 방치 후 흡광도 500 nm에서 측정하였다(Song 등 2001).

7. 통계처리

각 실험군 간의 비교분석은 SPSS 20 통계프로그램을 이용하여 ANOVA 다중분산 분석 후 5% 유의수준에서($\alpha=0.05$) Duncan's multiple range test를 이용하여 유의성을 검증하였다.

결과 및 고찰

1. 주정 추출물의 DPPH 소거활성

소주(30°)로 추출한 4종류의 주정 추출물들의 DPPH 라디칼 소거 활성은 농도의존적으로 활성이 증가하였다(Fig. 1). 가장 활성이 높았던 것은 녹차 추출물과 헛개열매 추출물이었으며($p<0.05$), 이들 추출물들의 활성은 대조군으로 사용한 비타민 C 500 μ M의 활성보다 높았다. 녹차와 헛개열매 추출물들의 0.1 mL의 활성은 다른 추출물 0.5 mL 및 비타민 C 500 μ M 0.5 mL의 활성보다 높게 나타났다.

녹차의 물 및 알코올 추출물은 항산화 작용이 높은 카테킨류들을 많이 함유하고 있고(Lee & Son 2002), 녹차 추출물이 전자공여능, 즉 자유라디칼 소거 효과가 높은 것으로 보고된 바 있다(Son 등 2005). 또한, 멸치유외의 지질산화 억제 효과에 대한 연구도 보고되어 있다(Kang 등 2007). 본 연구에서도 DPPH 라디칼 소거활성이 높게 나타난 헛개열매의 높은 전자공여능 효과에 대한 연구도 보고된 바 있다(Jung 등 2012; Won & Song 2013).

2. 반건조 장어의 산가

산가는 유리지방산의 함량을 측정하는데 사용하며, 유지가 변질되고 산패하였을 때 산가는 높게 나타나므로 유지의 품질관리의 지표로 사용된다(Cho 등 2011). 시판 중인 반염건조 봉장어의 산가는 장어의 크기에 따라 다르지만, 평균 8.5 mg KOH/g으로 보고된 바 있다(Choi 등 2015). 본 연구의 무처리

반건조 장어(대조군)의 산가는 6.6 mg KOH/g이었으며, 추출물을 처리한 반건조 장어의 산가는 3.6~6.6 mg KOH/g으로 나타났다(Table 2). 보관 0일에 상대적으로 산가가 낮았던 경우는 월계수잎 추출물(3.6 mg KOH/g)과 녹차 추출물(4.6 mg KOH/g)로 전처리하여 건조한 경우로 이들 추출물들은 장어의 건조 동안(35°C, 15시간) 유리지방산의 증가를 억제한 것으로 나타났다. 총백과 헛개열매 추출물은 장어의 건조 동안 유리지방산의 생성 억제에서 월계수잎과 녹차 추출물에 비해 상대적으로 효과가 낮은 것으로 나타났다. 불포화지방산 함량이 높은 갈색겨저리 유층의 냉장저장 중 산화 안정성에 관한 연구(Kim 등 2015)에서 건조 전처리 방법에 따라 저장 0일의 산가가 다르게 나타나, 건조와 같은 시료의 전처리 방법이 산가에 영향을 미치는 것으로 제안하였다. 또한, Hong 등(2005)은 저장 중 양식뱀장어 튀김의 산화안정성 및 지방산 조성의 변화 연구에서 대조구보다 각종 처리구의 산가가 낮은 이유를 시료에 처리한 물질들이 자유라디칼의 활성을 저하시켜 지질의 산화를 억제한 것으로 제안하였다. 냉장보관 21일에 대조군의 산가는 9.6 mg KOH/g으로 냉장보관 전보다 45.7% 산가가 증가하였다. 총백 추출물을 처리한 장어를 제외하고, 각 추출물로 처리하여 21일 동안 냉장보관한 장어의 산가는 6.0~7.8 mg KOH/g으로 대조군의 산가보다는 모두 낮았다. 냉장보관 21일에 산가가 낮아 항산화 효과가 높게 평가된 것은 헛개열매 추출물로 처리한 경우였으며, 다음으로 녹차 추출물로 처리한 경우 산가가 낮았다. 이들 추출물은 장어의 유리지방산 증가에 대해 다른 추출물보다 상대적으로 억제하는 효과가 있는 것으로 나타났다($p<0.05$).

3. 반건조 장어의 과산화물가

항산화 추출물로 전처리하여 건조한 장어의 과산화물가는 11.4~17.0 meq/kg으로 나타났고, 대조군인 무처리한 장어(18.6 meq/kg)보다 대체로 낮게 나타났(Table 3). 추출물의 전처리가 장어의 건조동안 과산화를 낮추는 것으로 판단되었다. 진공포장하여 냉장보관한 7일 및 21일의 과산화물가

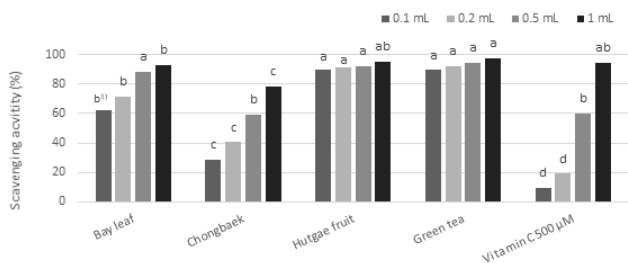


Fig. 1. DPPH radical scavenging effect of ethanol extracts from plants. ¹⁾ Values with different superscripts within the same concentration are significantly different at $p<0.05$.

Table 2. Acid value of semi-dried eel

Extract	Storage		
	Acid value (mg KOH/g)		
	0 day	7 days	21 days
Bay leaf	3.64±0.40 ^a	4.09±0.04 ^a	7.82±2.35 ^{ab}
Chongbaek	6.56±0.08 ^c	6.29±0.31 ^b	10.62±2.53 ^c
Hutgae fruit	6.10±0.08 ^c	7.23±0.73 ^{bc}	6.16±0.54 ^a
Green tea	4.56±0.68 ^b	6.94±0.44 ^{bc}	6.47±0.38 ^a
Control	6.61±0.04 ^c	8.36±0.06 ^c	9.63±0.18 ^{bc}

¹⁾ Values with different superscripts within the same column are significantly different at $p<0.05$.

Table 3. Peroxide value of semi-dried eel

Extract	Peroxide value (meq/kg)		
	0 day	7 days	21 days
Bay leaf	17.00±1.25 ^{bc}	17.79±0.08 ^c	22.34±2.39 ^b
Chongbaek	15.53±1.78 ^b	13.77±3.35 ^{ab}	29.72±2.79 ^c
Hutgae fruit	11.44±0.99 ^a	12.36±0.58 ^a	13.76±1.16 ^a
Green tea	12.56±0.10 ^a	13.27±1.51 ^{ab}	15.44±1.26 ^a
Control	18.63±1.10 ^c	19.59±1.90 ^d	30.30±5.29 ^c

¹⁾ Values with different superscripts within the same column are significantly different at $p < 0.05$.

는 무처리한 장어의 경우, 크게 상승하여 각각 19.6 meq/kg과 30.3 meq/kg으로 나타났고, 추출물로 전처리한 장어의 경우 대조군보다 과산화물가가 낮게 측정되어 추출물의 전처리가 장어의 과산화 억제에 효과가 있는 것으로 나타났다. 보관 7일에서 과산화 억제효과가 높게 나타난 것은 헛개열매, 녹차, 총백 추출물이었다. 보관 21일까지의 과산화 억제효과는 헛개열매 추출물(13.8 meq/kg)과 녹차 추출물(15.4 meq/kg)의 순으로 높게 나타났다. 이들 추출물의 과산화억제 효과는 무처리 장어의 과산화억제 효과를 0%로 할 때, 각각 54.6%와 49.0%의 효과가 있는 것으로 나타났다. 또한, 각 장어별 보관 0일 과산화물가에 대한 보관 21일의 과산화물가의 상승율을 살펴볼 때, 대조군의 과산화물가 상승율이 63% 증가할 때, 헛개열매 및 녹차 추출물로 처리한 장어의 경우, 각각 20%와 23% 증가하는 정도로 나타났다. 총백과 월계수잎 추출물로 처리한 경우, 보관 7일까지는 과산화물 생성을 억제하였으나, 보관기간이 21일까지 길어졌을 때는 과산화물 생성을 억제

하는 효과가 상대적으로 낮은 것으로 나타났다. 유리지방산 생성 억제효과와 유사하게 헛개열매 및 녹차 추출물이 장어의 건조 및 건조 후 21일간 냉장보관 동안 과산화물의 생성을 억제하는 것으로 나타났다.

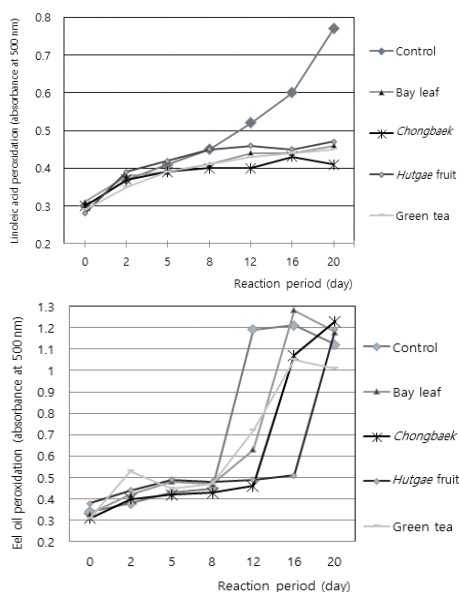
4. 리놀레산 및 장어유 과산화 억제 효과

1) 리놀레산 과산화 억제효과

지질산화의 1차 생성물은 과산화물(hydroperoxide)로 불안정하여 자동산화의 진행에 따라 최고치에 도달한 후 쉽게 2차 산화생성물들로 분해되어 감소하게 된다(Cho 등 2011). 그러므로 과산화물 생성의 정도는 지질산화의 초기단계의 산패도 또는 산화 속도를 비교하는데 도움이 된다(Lee & Lee 1990). 본 연구에서는 리놀레산 또는 장어유에 추출물을 첨가하여 40°C에서 일정기간 산화반응을 유도하여 추출물의 과산화 억제효과를 측정하였다(Fig. 2). 리놀레산의 과산화 정도를 살피기 위해 각 반응물의 반응 초기의 흡광도에 대한 반응 20일째 흡광도의 상승 백분율을 계산하여 과산화율로 표현하였다. 리놀레산의 과산화 유도반응에서 추출물을 넣지 않은 대조군의 과산화율은 반응 12일에 72%로 크게 증가하여 반응 20일에는 154%까지 증가하였다. 추출물을 넣은 경우는 반응 20일까지 과산화율이 56% 미만으로 대조군에 비해 크게 증가하지 않았다.

2) 장어유 과산화 억제효과

리놀레산을 대신하여 장어유에 각 주정 추출물을 넣고 일정기간 산화반응을 유도하여 장어유에 대한 추출물의 과산



Linoleic acid peroxidation (absorbance at 500 nm)					
Reaction period (day)	Control	Bay leaf	Chongbaek	Hutgae fruit	Green tea
0	0.30±0.01	0.31±0.01	0.30±0.02	0.28±0.02	0.29±0.01
2	0.37±0.01	0.38±0.02	0.37±0.01	0.39±0.01	0.35±0.02
5	0.41±0.01	0.39±0.01	0.39±0.001	0.42±0.01	0.39±0.00
8	0.45±0.01	0.40±0.01	0.40±0.01	0.45±0.01	0.41±0.01
12	0.52±0.01	0.44±0.01	0.40±0.01	0.46±0.01	0.43±0.03
16	0.60±0.02	0.44±0.01	0.43±0.02	0.45±0.01	0.44±0.02
20	0.77±0.07	0.46±0.00	0.41±0.01	0.47±0.01	0.45±0.02

Eel oil peroxidation (absorbance at 500 nm)					
Reaction period (day)	Control	Bay leaf	Chongbaek	Hutgae fruit	Green tea
0	0.34±0.01	0.33±0.01	0.31±0.02	0.38±0.01	0.31±0.04
2	0.38±0.01	0.42±0.04	0.40±0.00	0.44±0.01	0.53±0.02
5	0.43±0.02	0.48±0.02	0.42±0.01	0.49±0.01	0.46±0.01
8	0.45±0.02	0.47±0.01	0.43±0.00	0.48±0.01	0.47±0.01
12	1.19±0.02	0.63±0.11	0.46±0.01	0.49±0.01	0.72±0.02
16	1.21±0.07	1.28±0.05	1.07±0.09	0.51±0.02	1.05±0.01
20	1.12±0.09	1.18±0.04	1.23±0.08	1.19±0.06	1.01±0.15

Fig. 2. Antioxidant effects of ethanol extracts from plants on peroxide reaction of linoleic acid and eel oil.

화 억제 효과를 측정하였다(Fig. 2). 대조군의 경우, 반응 12일부터 과산화율이 249%로 크게 증가하여 본 실험의 조건에서 장어유의 과산화물 생성이 크게 증가하는 과산화 유도기간 9~11일 사이인 것으로 추정되었다. 월계수잎 및 녹차 추출물을 넣은 경우, 반응 16일부터 과산화율이 크게 증가한 것으로 나타나, 대조군에 비해 과산화물 생성을 억제시킨 것으로 판단되었다. 월계수잎 추출물을 넣은 경우는 반응 12일부터 과산화율이 89% 이상으로 증가하기 시작하여 반응 16일에는 과산화율이 286%로 크게 증가하였고, 총백 추출물은 반응 16일에 244%, 반응 20일에는 295%로 증가하여 대조군만큼 과산화물이 많이 생성되었다. 산가 및 과산화물가가 높았던 월계수잎과 총백 추출물은 장어의 과산화를 억제하는데 효과적이지 않은 것으로 판단되었다. 헛개열매 추출물을 넣은 경우는 반응 16일까지 안정적으로 과산화가 억제되었으나, 20일에는 과산화율이 큰 폭으로 상승하여 대조군에 비해 유도기간을 조금 지연시키는 것으로 나타났다. 높은 DPPH 라디칼 소거활성을 보인 헛개열매 추출물로 처리한 장어의 산가 및 과산화물가가 상대적으로 낮았던 점을 고려할 때, 헛개열매 추출물이 장어의 과산화 억제에 효과가 있는 것으로 판단되었다.

대조군의 과산화가 가장 많이 진행된 반응 12일에 상대적 항산화 효과가 높았던 것은 총백, 헛개열매 추출물이었다. 또한, 반응 16일까지의 장어유 과산화를 억제하여 상대적으로 항산화 효과가 높게 유지된 것은 헛개열매 추출물이었다. DPPH 라디칼 소거활성과 유리지방산 생성 억제 효과가 컸던 녹차 추출물은 장어유의 과산화의 유도기간을 어느 정도 지연시키는 작용을 통해 과산화물 생성 억제에 효과가 있는 것으로 판단되었다. 본 연구의 결과를 종합해 볼 때, 장어의 건조 전 전처리에 헛개열매와 녹차 주정 추출물을 적용하는 것은 장어의 건조 및 냉장보관 중의 과산화를 억제하는 효과가 있는 것으로 판단되었다.

요약 및 결론

장어의 과산화 억제를 위해 월계수잎, 총백, 헛개열매, 녹차를 시판 소주(30°)를 용매로 하여 추출한 것을 시료로 사용하였다. 장어 250 g에 5 g의 주정 추출물을 장어 전체에 고루 바른 후 35°C 15시간 열풍건조한 후 실험에 사용하였다. 주정 추출물의 항산화 활성은 DPPH 소거 활성 실험, 반건조 장어의 산가, 과산화물가, 리놀레산 및 장어유 과산화 지연반응을 통해 확인하였다. DPPH 소거 활성이 가장 높았던 것은 녹차 추출물이었으며, 다음으로 활성이 높았던 것은 월계수잎, 헛개열매 추출물이었다($p < 0.05$). 21일 동안 냉장보관한 장어의 산가 측정에서 헛개열매 추출물로 처리한 경우, 산가가 가장

낮았으며, 다음으로 녹차 추출물로 처리한 경우의 산가가 낮았다. 유리지방산 생성 억제 효과와 유사하게 헛개열매, 녹차 추출물이 장어의 열풍건조 동안 초기 과산화물 생성을 억제하고, 냉장보관 21일 동안 반건조 장어의 과산화물의 생성을 억제하는 것으로 나타났다. 4종의 주정 추출물들은 반응 20일 동안 리놀레산의 과산화를 억제하는 효과가 있는 것으로 나타났다. 반응 20일 동안 장어유의 과산화를 지연시킨 효과가 높았던 것은 헛개열매와 녹차 추출물이었으며, 다른 추출물에 비해 상대적으로 장기간 안정적으로 장어유의 과산화를 억제하는 것으로 판단되었다. 본 연구의 결과를 종합해 볼 때, 장어의 건조 전 전처리에 헛개열매와 녹차 주정(30° 소주) 추출물을 적용하는 것은 장어의 건조 및 반건조 장어의 냉장보관 중의 과산화를 지연시키는데 효과가 있는 것으로 판단되었다.

감사의 글

본 연구는 중소벤처기업부와 한국산업기술진흥원의 “지역특화산업육성사업(R&D, R0006328)”으로 수행된 연구결과입니다.

References

- Ahn JC, Chong WS, Na JH, Yun HB, Shin KJ, Lee KW, Park JT. 2015. An evaluation of major nutrients of four farmed freshwater eel species (*Anguilla japonica*, *A. rostrata*, *A. bicolor pacifica* and *A. marmorata*). *Korean J Fish Aquat Sci* 48:44-50
- Cho SH, Cho KR, Kang MS, Song MR, Choo NY. 2011. Food Science. pp.101-106. Kyomunsa
- Choi BD, Kang SJ, Ha YL, Kim SY, Lee JJ. 2006. Oxidative stability of lipids from eel (*Anguilla japonica*) fed conjugated linoleic acid. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 35:61-67
- Choi JD, Kang SI, Kim YJ, Lee SG, Heu MS, Kim JS. 2015. Sanitary quality characterization of commercial semi-dried conger eel *Conger myriaster* and the guideline for controlling quality. *Korean J Fish Aquat Sci* 48:417-425
- Folch JM, Lees M, Stanley GHS. 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissue. *J Biol Chem* 226:497-509
- Hong SP, Kim SY, Jeong EJ, Shin DH. 2005. The change in fatty acid and oxidative stability of frying cultured eel bone during the storage. *J Food Hyg Safety* 20:89-97
- Jung SY, Lim JS, Song HS. 2012. Alcohol dehydrogenase activity

- and sensory evaluation of Hutgae (*Hovenia dulcis* Thunb) fruit soy sauce. *Korean J Food Nutr* 25:747-754
- Kang ST, Yoo UH, Nam KH, Kang JY, Oh KS. 2007. Antioxidative effects of green tea extract on the oxidation of anchovy oil. *J Agric Life Sci* 41:47-53
- Kim DP, Jung YH, Lee MK, Song HS. 2007. Antioxidant activities of red Hamcho (*Salicornia herbacea* L.) against lipid peroxidation and the formation of radicals. *Korean J Food Nutr* 20:150-157
- Kim HY, Shin JW, Sim GC, Park HO, Kim HS, Kim SM, Cho JS, Jang YM. 2000. Comparison of the taste compounds of wild and cultured eel, puffer and snake head. *Korean J Food Sci Technol* 32:1058-1067
- Kim J, Kim SA, Yun WK, Kim EJ, Woo MK, Lee MS. 2004. Antioxidative effect of ethanol extract for 5 kinds of spice. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 33:1426-1431
- Kim NM, Sung HS, Kim WJ. 1993. Effect of solvents and some extraction conditions on antioxidant activity in cinnamon extracts. *Korean J Food Sci Technol* 25:204-209
- Kim SY, Son YJ, Kim SH, Kim AN, Lee GY, Hwang IK. 2015. Studies on oxidative stability of *Tenebrio molitor* Larvae during cold storage. *Korean J Food Cook Sci* 31:62-71
- Lee HS, Son JY. 2002. Antioxidant and synergist effect of extract isolated from commercial green, oolong and black tea. *Korean J Food Nutr* 15:377-381
- Lee YK, Lee HS. 1990. Effects of onion and ginger on the lipid peroxidation and fatty acid composition of mackerel during frozen storage. *J Korean Soc Food Nutr* 19:321-329
- Ministry of Food and Drug Safety. 2017. Korean food standards codex. Available from <http://www.foodsafetykorea.go.kr/food-code> [cited 29 July 2018]
- Moon WS, Yoo SS. 2016. Study on the optimization of eel dipping sauce added with Bokbunja (*Rub corearus* Miquel) vinegar. *Culi Sci Hos Res* 22:66-77
- Ryu SH, Lee YS, Moon GS. 2002. Effects of salt and soy sauce condiment on lipid oxidation in broiled Mackerel (*Scomber japonicus*). *Korean J Food Sci Technol* 34:1030-1035
- Shon MY, Seo JK, Kim HJ, Sung NJ. 2001. Chemical compositions and physiological activities of Doraji (*Platycodon grandiflorum*). *J Korean Soc Food Sci Nutr* 30:717-720
- Son GM, Bae SM, Chung JY, Shin DJ, Sung TS. 2005. Antioxidative effect on the green tea and pure tea extracts. *Korean J Food Nutr* 3:219-224
- Song HS, Ukeda H, Sawamura M. 2001. Antioxidative activity of citrus peel essential oils and their components against linoleic acid oxidation. *Food Sci Technol Res* 7:50-56
- Statistics Korea. 2014. Fishery production survey. Available from <http://kostat.go.kr> [cited 29 July 2018]
- Won SB, Song HS. 2013. Antioxidant activity and sensory evaluation in soy sauce with fruit, stem or twig of *Hovenia dulcis* Thunb. *Korean J Food Nutr* 26:258-265

Received 17 July, 2018

Revised 28 August, 2018

Accepted 10 September, 2018