

툇(*Hizikia fusiformis*), 무화과(*Ficus carica*) 및 배(*Pyrus pyrifolia*)의 혼합 추출물을 이용한 생선커틀릿용 튀김옷의 기능성

김민용^{1,3} · 김종덕^{2,3} · 김보영¹ · 신영우^{1*}

¹전남대학교 냉동공학과, ²전남대학교 생명산업공학과, ³전남대학교 항비만연구소

Functional Evaluation of Fish Cutlet Batter Made from the Extracts of Hiziki *Hizikia fusiformis* Fig Fruit *Ficus carica* and Pear *Pyrus pyrifolia*

Min Yong Kim^{1,3}, Jong Deog Kim^{2,3}, Bo Yeong Kim¹ and Young Woo Shin^{1*}

¹Department of Refrigeration Engineering, Chonnam National University, Yeosu 59626, Korea

²Department of Biotechnology, Chonnam National University, Yeosu 59626, Korea

³Research Center on Anti-Obesity and Health Care, Chonnam National University, Yeosu 59626, Korea

This study determined the optimal mixing ratio of functional materials to enhance the functionality of batter for fish cutlets. An optimal mixing ratio of the hiziki *Hizikia fusiformis*, fig fruit *Ficus carica* L. and pear *Pyrus pyrifolia* Niitaka extracts (HFP extract) of 3:1:1 was found. The physicochemical properties of the mixture were as follows: total phenolic contents of 1187.29±41.55 mg/L, 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging activity of 61.50±2.33%, ascorbic acid content of 23.68±0.02 g/100 g, β-carotene content of 51±3.92 μg/100 g, and sugar content of 12.7±0.1 Brix°. A mixture of the extract, Korean herbal powder, and wheat flour was prepared as the fish cutlet batter. The fish cutlet prepared with the batter had a hardness of 166-202 g/cm² and Hunter's color scale values L of 31.14±2.1 to 34.62±1.3, a of -4.89±0.21 to -2.26±0.19 and b of -20.65±2.65 to 28.93±3.14. The FRAP (ferric reducing antioxidant power) and VBN (volatile basic nitrogen) of the fish cutlets were measured to evaluate functionality and determine the optimal mixing ratio for cold storage at -12°C, -18°C, and -24°C. The optimum mixture ratio of extracts /Korean herbal powder/ wheat flour was 1:6:3.

Key words: Antioxidant activity, Hiziki *Hizikia fusiformis*, VBN, Fish cutlet, Batter

서 론

최근 의학 및 건강에 대한 소비자의 인식이 높아짐에 따라 식품 소재의 기능성 탐구를 통한 기능성 원료 및 영양적 가치, 안전성, 기능성이 높은 식품의 개발에 대한 연구가 진행되어 왔다. 기능성 소재의 개발을 위하여 수산물로부터 물질의 분리, 이화학적 특성, 항산화 활성에 관한 연구가 활발히 이루어지고 있으며, 우수한 효과를 갖는 기능성 소재들의 융합에 의하여 효과의 증대를 가져올 수 있으리라 생각된다.

수산물 중에서 해조류는 식이섬유, 비타민, 미네랄 등의 다양한 유효성분이 많이 함유되어 있는 것으로 보고되어 있으며 (Ahn et al., 2010; Jeon et al., 2012), 특히 갈조류에는 생리활성을 나타내는 저분자 성분들도 많이 포함되어 있다. 해조류 중

에서 갈조류인 미역, 툇, 다시마, 홍조류인 김, 꼬시래기 및 녹조류 파래의 6종의 식용해조류로부터 제조한 추출물의 페놀성 화합물 함량과 항산화 활성을 분석한 연구에서 6종의 식용 해조류 추출물에서의 페놀성 화합물 함량은 항산화 활성과 높은 상관관계를 보이며, 6종의 식용해조류 중에서 갈조류인 툇이 천연 항산화제 개발을 위한 좋은 원료가 될 수 있음을 보고하였다 (Kim et al., 2013).

툇(*Hizikia fusiformis*)은 갈조식물문 모자반과의 바닷말로 우리나라의 서해안, 남해안 및 제주도에 서식하며 식이섬유가 풍부하고 함황산성 다당류인 fucoidan과 중성다당류인 laminaran이 많이 함유되어 있어 면역증강 및 혈액응고작용이 있는 것으로 알려져 있다(Hurch et al., 1989; Koo et al., 1997; Kim et al., 1998; Shon et al., 2006). 툇 추출물의 효과에 대한 연구로

<https://doi.org/10.5657/KFAS.2017.0721>



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Korean J Fish Aquat Sci 50(6) 721-730, December 2017

Received 20 November 2017; Revised 5 December 2017; Accepted 21 December 2017

*Corresponding author: Tel: +82. 61. 659. 7275 Fax: +82. 61. 653. 5400

E-mail address: shin5381@jnu.ac.kr

서 항균성(Kim, 1990; Kim et al., 1994; Lim et al., 1995), 생체 내 항콜레스테롤(Abdussalam, 1990), 항산화(Kim et al., 1998; Kim and Lee, 2004; Park et al., 2005), 항고지혈증(Shan et al., 1999), 지질대사 및 간 효소 활성에 대한 영향(Jung et al., 2001; Jang and Chyun, 2007) 등이 있다. 혼합 야채 추출물의 항산화 및 항당뇨 효과 증진을 위한 톳, 매생이, 미역귀의 첨가 효과의 연구에서 톳을 첨가한 혼합 야채추출물의 폴리페놀 함량의 증가 효과가 크게 나타났다고 보고되어 있다(Tong et al., 2014).

이러한 톳의 각종 생리활성 물질을 최대한 활용한 기능성 소재의 융합에 의하여 항산화 효과를 향상시키고 무기질과 비타민 등이 보강된 천연 소재로 활용함으로써 가공 식품의 제조를 위한 기능성 액상 원료로서 이용 가능하리라 생각된다. 톳은 식용해조류 6종 중에서 물 및 에탄올로 추출한 추출물의 페놀성 화합물 함량은 용매에 관계없이 식용 해조류 중에서 높은 것으로 알려져 있으며, 수율은 에탄올 추출보다 열수 추출물에서 높은 것으로 보고되어 있다(Kim et al., 2013).

배 5품종의 페놀성 물질을 분석한 결과 총 폴리페놀 함량은 신고와 추황에서 높게 나타났다고 보고하였으며(Jin and Song, 2012), 국내의 선호하는 과일인 딸기, 토마토, 키위, 오렌지, 무화과를 열수 추출한 추출액의 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) radical 소거능에 의한 항산화 활성이 무화과(*Ficus carica*)가 가장 높은 것으로 알려져 있다.

따라서 본 연구에서는 대표적인 냉동조리식품 중의 하나인 생선커틀릿용 튀김옷의 기능성 첨가물로서 이용하기 위하여 항산화 효과가 높은 톳 추출물에 기호성의 보강을 위한 배, 무화과, 추출물을 혼합한 HFP (hiziki, fig fruit and pear) extract mixture의 antioxidant 효과 및 이화학적 특성을 검토하고 최적의 배합비율을 결정함으로써 기능성 액상식품의 원료 및 가공 제품의 소재로서 이용 가능성을 확인하였다. 추출액의 농축을 위하여 개발한 전진이동식 freeze concentration system을 이용하여 톳 혼합 추출액을 농축함으로써 조리냉동 생선커틀릿의 제조를 위한 튀김옷의 기능성 첨가제의 이용 가능성을 검토하였다.

재료 및 방법

시료

톳(*H. fusiformis*)은 전남 완도군 보길면에서 2016년 6월에 채취하여 수세, 탈염공정을 거쳐 적당한 크기로 분쇄한 후, 톳 분쇄물과 물의 비율을 1:40 (w/v)의 비율로 첨가하여 120℃, 2.5 kg/cm²에서 50분간 가열 추출하여 얻어진 톳 자숙액을 4,200 g에서 20분간 원심분리를 행하여 상등액을 분리하고 whatman No.2 filter paper로 여과 한 후 40℃에서 rotary evaporator (N-N series, Eyela, Tokyo, Japan)로 농축시킨 후 동결 건조하여 분말을 냉장고 보관(-20℃)하면서 시료로 사용하였다. 본 실험에 사용한 배(*Pyrus pyrifolia*)는 2016년 전남 나주

시 소재 배 재배 농가에서 공급받은 신고를 이용하였으며, 과피와 과육을 실험 재료로 사용하였다. 배는 수세 후 배의 과피와 과육을 제거하고 과육을 2등분하여 0.5 cm 두께로 썰어 동결건조기(FD8512, Ilshin Lab. Co. Ltd., Yangju, Korea)로 동결 건조 후, 분쇄기로 분말화하고 -20℃ 냉동실에 보관하면서 사용하였다. 분쇄된 시료는 16배의 물(w/v)을 첨가하고 80℃에서 30분간 열수 추출하고 Watman No.2 여과지를 사용하여 감압 여과한 추출액을 실험에 사용하였다. 실험에 사용한 무화과(*Ficus carica*)는 2016년 전남 영암군 삼호읍에서 8-9월에 생산한 승정도후인 품종으로 무화과영농조합에서 제공받아서 결점이 없는 외관이 양호하고 착색도 70-80%의 특급을 사용하였다. 과피를 제거하고 과육을 잘게 썬 후 가식부와 증류수를 1:3 (w/v)의 비율로 혼합한 다음 분쇄기(probrend 6, Philips, Amsterdam, Netherlands)로 10분간 분쇄하였다. 이를 원심분리기(1236MG, GYROZEN Co., Ltd., Daejeon, Korea)를 이용하여 600 g로 10분간 원심분리 한 후 상등액을 감압여과하여 40℃에서 rotary evaporator 농축시킨 후 동결 건조(-50℃ 이하, 3일)시켜 분말화한 후 4℃의 냉장고 보관 하면서 분석시료로 사용하였다. 톳(*H. fusiformis*), 무화과(*F. carica*) 및 배(*P. pyrifolia*) extract mixture의 이화학적 특성 측정을 위한 배합 비율은 Table 1과 같다.

생선커틀릿용 튀김옷의 첨가제

냉동조리 생선커틀릿의 첨가제로 사용된 한방 재료로서 2016년 6월에 녹차(강산 농원, 전남 보성군 웅치면), 솔잎(청운당 농산, 경남 함양군 병곡면), 황기(지리산 야생 약초 예담, 경남 산청군 시천면)는 분말 상태의 것을, 밀가루는 여수시 소재 마트에서(제조사, CJ제일제당)구입한 다음, -18℃에서 보관하면서 시료로 사용하였다. 생선커틀릿용 튀김옷의 제조를 위하여 HFP extract mixture, 한방재료, 밀가루를 첨가한 다음 튀김(180±5.0℃)처리하여 제조 하였다. 냉동조리 생선커틀릿용 튀김옷에 첨가되는 첨가제의 배합비율을 Table 2에 나타내었으며, HFP mixture 외에 첨가되는 수분 함량은 한방재료와 밀가루에 대하여 각각 3:1, 4:1의 비율로 수분을 첨가하여 튀김옷을 만들었다. 최적 비율을 결정하기 위하여 항산화 활성 및 이화학 특성을 측정하였다.

추출액 동결농축장치 제작

동결농축장치는 추출액의 동결속도를 증가시키고 열전달계수를 크게 하기 위하여 agitator를 설치하고 상하 이동이 가능하게 하였으며, 내부 시료 충전용 원통형 vessel, 외부 냉각용 장방형 brine 충전 vessel의 이중 구조로 구성되어 있다. 상하의 이동은 동결농축 vessel의 하부층에서 상부로 형성되는 얼음 층의 두께에 따라서 상부로 일정 속도로 이동하는 전진동결이동식으로 제작하였다.

동결농축장치의 구성은 추출액의 수분 동결을 위한 냉동장치와 빙결정의 생성 및 분리를 위한 교반기 및 운전제어 장치로

구성되며, 브라인 간접냉각방식으로 제작하였다. 동결농축액의 제조는 브라인 쿨러로 브라인을 추출액의 동결점보다 낮은 -10℃로 냉각시킨 후 추출액을 원료액 주입구로 투입하고 브라인 순환펌프와 교반기를 가동하여 교반하면서 원료액을 동결시켜 일정 농축도에 도달하면 상하이송장치를 이용하여 교반기를 상부로 이송시켜 하부의 추출구를 통하여 슬러리상태의 원료액을 배출시켰다. 배출된 슬러리 상태의 원료액은 빙결정 제거용 거름망을 통해 여과되고 농축액은 농축액 탱크로 유입된다. 원료액의 교반 회전 속도는 모터 회전속도제어기로 조절하고 상하이송장치는 체인 또는 기어방식의 통상 이용 가능한 이송장치를 적용하였다. 냉각부는 이중 구조 원통형으로 구성하여 냉각이 이루어지며 추출구와 교반기 축이 밀착되어 밀봉될 수 있는 구조로 되어 있다(Fig. 1).

총 페놀 함량

농축액 20 g에 80% 메탄올 100 mL를 가하여 homogenizer (IKA, Staufen, Germany) 로 마쇄한 후, 상온에서 1시간 동안 추출하여 여과지(Whatman No.2)로 여과하고 200 mL로 정용하였다. 이 용액 9 mL에 0.2 N Folin-Ciocalteu (Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA) 1 mL를 첨가하여 상온에서 3분간 반응시킨 후 1 mL의 40% NaCO₃ (w/v) (Junsei Chemical Co. Ltd. Japan) 용액을 UV-VIS spectrophotometer (U-1800, Hitachi Co. Ltd, Japan)를 이용하여 750 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질로서 gallic acid (Sigma-Aldrich Co., St. Louis,

MO, USA)을 사용하였다.

항산화 활성 측정

시료액 0.1 mL을 0.2 mM DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) 용액 3 mL에 넣고 교반하여 실온에서 30분 동안 반응시킨 후 분광광도계(Optizen POP, Mecasys Co. Ltd., Daejeon, Korea)를 이용하여 517 nm에서 흡광도를 측정하여 DPPH radical scavenging activity (%)=[1-(시료 첨가구의 흡광도/시료 무첨가 대조구의 흡광도)]×100의 계산식에 의해 산출하였다.

β-Carotene 측정

시료 4 g에 ethyl ether와 petroleum ether 혼합용액(1:1) 10 mL를 가하여 균질화한 후 600 g로 20분간 원심 분리시킨 다음 잔사에 동일 혼합용액 10 mL를 가하여 균질화한 후 600 g로 20분간 원심 분리하였다. 상등액을 합하여 무수황산나트륨을 가해 탈수시킨 후 감압 농축하고 hexane로 용해시킨 후 membrane filter (0.45 μm)로 여과하여 β-carotene을 HPLC로 분석하였다.

비타민 C

시료 2 g을 균질화하여 10% metaphosphoric acid (HPO₃) 용액을 10 mL를 가하여 추출한 다음 600 g로 20분간 원심 분리한 후 상등액을 membrane filter (0.45 μm)로 여과하여

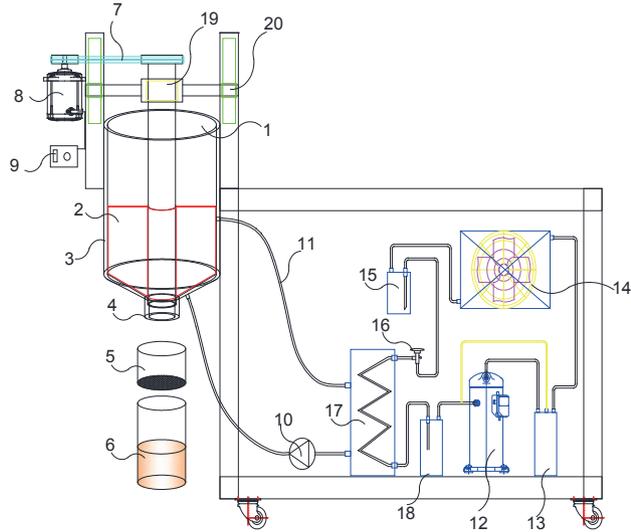
Table 1. Formulation of the HFP (hiziki, fig fruit and pear) extract mixture

Extract combination	HFP111	HFP211	HFP311	HFP121	HFP131	HFP112	HFP113
<i>Hizikia fusiformis</i> (H)	100	150	180	75	60	75	60
<i>Ficus carica</i> (F)	100	75	60	150	180	75	60
<i>Pyrus pyrifolia</i> (P)	100	75	60	75	60	150	180

HFP111, Volume ratio of HFP extract in mixture 1:1:1; HFP211, Volume ratio of HFP extract in mixture 2:1:1; HFP311, Volume ratio of HFP extract in mixture 3:1:1; HFP121, Volume ratio of HFP extract in mixture 1:2:1; HFP131, Volume ratio of HFP extract in mixture 1:3:1; HFP112, Volume ratio of HFP extract in mixture 1:1:2; HFP113, Volume ratio of HFP extract in mixture 1:1:3.

Table 2. Composition ratio of the batter for fish cutlet

Sample No.	HFP Mixture (mL)	Pine needle powder (g)	Green tea powder (g)	Astragalus membranaceous powder (g)	Wheat flour (g)
1	100	50	50	100	600
2	100	75	75	100	600
3	100	100	100	100	600
4	300	50	50	100	600
5	300	75	75	100	600
6	300	100	100	100	600
7	600	50	50	100	600
8	600	75	75	100	600
9	600	100	100	100	600



1	Liquid Inlet	11	Brine Line
2	Stirrer	12	Compressor
3	Cooling Part	13	Oil Separator
4	Ice & Liquid Outlet	14	Condenser
5	Filter	15	Receive
6	Concentrations Tank	16	Expansion Valve
7	Driving Belt	17	Brine Cooler
8	Motor	18	Liquid Separator
9	Motor RPM controller	19	Bearing
10	Brine pump	20	Moving System

Fig. 1. Schematic diagram of freeze concentration system.

HPLC (LC-10AVP, Shimadzu, Kyoto, Japan)로 분석하였다. 분석조건으로 검출기는 UV-VIS detector (254 nm), column은 phenomene × bondclone C18 (3.9 × 300 mm, 10 μm)을 사용하였고, flow rate는 10 mL/min, injection volume은 20 μL, mobile phase는 0.05 M KH₂PO₄:acetonitrile (60:40)을 사용하였다.

무기질

시료 1 g을 teflon bottle에 넣고 질산 65%를 7 L, 과염소산 65%와 과산화수소 30%를 각각 1 mL씩 넣었다. 테프론 용기를 밀봉한 후 마이크로가수분해장치(MILESTONE, Italy)로 산분해하였다. 시료를 냉각시킨 뒤 질산 0.1%를 이용하여 50 mL을 정용한 후 샘플로 사용하였다. 무기질 측정에는 Inductively coupled plasma spectrometer (ICP-IRIS, Thermo Elemental, USA)를 사용하여 분석하였으며, 분석조건은 flush pump rate 및 analysis pump rate는 2.00 mL/min, RF power는 1150W, nebulizer flow는 20.1 psi로 하여 분석하였다.

관능검사

관능검사는 실험 목적과 관능적 품질요소를 잘 인지하도록 훈련시킨 전남대학교 식품냉동연구실의 대학원생 및 학부생 15명으로 구성된 관능검사 요원에 의하여 9점 기호척도법(Meilgard et al., 1987)으로 색(color), 향(flavor), 맛(taste) 및 종합적 기호도(overall acceptability)에 대한 관능적 특성을 평가하였다.

Ferric reducing antioxidant power (FRAP)를 이용한 항산화력 측정

생선커튼릿용 튀김옷의 FRAP 측정은 Benzie and Strain (1996)의 방법을 참고하여 측정하였다. FRAP reagent는 25 mL acetate buffer (300 mM, pH 3.6)를 37°C에서 5분간 가운 후 40 mM HCl에 용해한 10 mM TPTZ [2,4,6-tris(2-pyridyl)-s-triazine] 2.5 mL에 ferric sulfate (FeSO₄) 25 mL을 가하여 제조하였다. 제조한 0.9 mL FRAP reagent에 0.03 mL의 시료와 증류수 0.09 mL을 넣은 후 37°C에서 10분간 반응시킨 후 593 nm에서 측정하였다. 시료는 0.5%를 사용하였으며, positive control로써 EGCG는 최종 농도가 10 μM이 되도록 하였다.

휘발성염기질소 측정(VBN, volatile basic nitrogen)

휘발성염기질소는 Conway 법을 이용하여 측정하였다(MFDS, 2016). 시료 5 g을 마쇄 처리하여 원심관에 넣고 증류수 25 mL를 첨가하여 균질화시킨 후 600 g로 20분간 원심분리하여 상등액을 여과하여 5% 황산을 사용하여 약산성으로 중화시킨 후 확산기 외실 아래쪽에 1 mL을 넣었다. 확산기 내실에는 0.01 N의 황산을 1 mL가한 뒤 확산기 외실 위쪽에 K₂CO₃ 포화용액 1 mL을 넣고 덮개를 덮어 외실 용액만을 혼합한 후 25°C에서 1시간 정지한 후 0.1 N NaOH로 적정한 후 다음 식을 이용하여 VBN을 계산하였다.

$$\text{VBN mg/100g} = 0.28 \times (b-a) f d/w \times 100$$

여기서, b, Blank 실험에 소요된 0.01 N NaOH 용액(mL), a, 실험에 소요된 0.01 N NaOH 용액(mL), w, 시료의 무게(g), d, 희석 배수, f, 실험에 소요된 0.01 N NaOH 용액의 역가를 의미한다.

경도 측정

물성측정기(SUN COMPAC-100 II, Kenis, Japan)로 측정하였으며, 생선커틀릿을 2 cm×2 cm×2 cm 크기로 정형한 후 polypropylene wrap으로 싼 다음 측정 직전에 wrap을 벗겨 plate 중앙에 놓고 반복 압착 실험을 3회 반복 측정하여 평균값을 구하였다.

색도 측정

색도는 색차계(JC801S, JUKI, Tokyo Japan)를 사용하여 L (light), a (redness), b (yellowness)값을 3회 측정하여 평균값으로 나타내었으며, 사용된 calibration plate의 L값은 90.48, a값은 0.50, b값은 2.11이었다.

통계처리

본 연구의 실험은 3회 반복하여 행하였으며, 평균치간의 유의성은 SPSS system (Statistical Package for Social Science, SPSS Inc, Chicago, IL, USA) software package (Version 12.0)을 이용하여 ANOVA를 실시하였다.

결과 및 고찰

추출액의 총 폴리페놀 함량

추출액의 총 폴리페놀 함량은 톳(*H. fusiformis*) 추출물의 경우는 51.32 mg/100 g, 배(*P. pyrifolia*) 추출물의 경우는 61.01 mg/100 g, 무화과(*F. carica*) 추출물의 경우는 22.72 mg/100 g으로 나타났으며, 건물당 기준(g)으로는 각각 3443.56 µg/g, 4048.12 µg/g, 1492.53 µg/g 이었다. Kim et al. (2013)에 의하면 톳의 페놀화합물은 75% 에탄올 추출 시 52.82 µg/mg, pH 7.0에서 추출한 결과(43.82 µg/mg)보다 다소 낮게 나타났다.

무기질 함량

톳, 배, 무화과 추출액의 무기질 중 칼륨이 톳 추출액 273.70 mg/100 g, 무화과 추출액 196.20 mg/100 g, 배 추출액 123.50 mg/100 g으로 가장 많이 함유되어 있었고, Ca, K, Mg는 톳>무화과>배 추출액의 순으로, Fe, Cu, Zn, P는 무화과>배>톳 추출액의 순으로 높았다. 톳 추출액의 무기질은 K>Na>Ca>Mg의 순으로 함유량이 높게 나타났으며, Tong et al. (2014) 및 Kim et al. (1995)이 보고한 결과와 일치하였다. 무화과는 K>Ca>Mg>Na 순으로 높았으며, Jeong et al. (2002)이 보고한 결과와 일치하였다. Vision (1999)은 6개의 과일 중에서 무화과의 Ca함량이 오렌지 다음으로 높은 편이었다고 보고하였다. 또한 11개의 과일 중에서 무화과의 Ca함량이 다른 과일보다 2-3배로 높았다고 보고하였다(The Korean Nutrition Society, 2000). 배의 무기질은 K>Mg>Ca>Na의 순으로 함유량이 높게 나타났으며, 무화과 및 톳의 무기질의 함량과는 차이를 보였다.

HFP extract mixture의 배합 비율별 총 폴리페놀 함량

HFP extract mixture의 총 폴리페놀 함량은 Table 3과 같다.

톳(*H. fusiformis*) 추출물이 많이 첨가된 혼합액인 HFP211는 56.69 mg/100 g, HFP311는 55.95 mg/100 g으로 총 폴리페놀 함량이 높게 나타나며, 배(*P. pyrifolia*)와 무화과(*F. carica*)는 배합비가 커지면 총 폴리페놀 함량이 작아지는 경향을 보였으며, 톳, 배 extract mixture에 톳 추출액을 더 첨가함으로써 총 폴리페놀 함량을 증가시키는 효과를 보였다(*P. pyrifolia* extracts 47.80 mg/100 g, *F. carica* extracts 22.72 mg/100 g). 배 추출물의 총 폴리페놀 화합물 함량은 수확기의 배 품종별 총 폴리페놀 화합물 함량인 원황 71.2 mg/100 g, 황금배 65.6 mg/100 g, 추황배 70.2 mg/100 g과 비교하여 약간 낮으나 유사한 값을 보였다(Park et al., 2012).

톳의 폴리페놀 함량은 해조류 톳, 미역, 다시마 중에서 가장 많이 함유하고 있는 것으로 보고되어 있으며(Kang et al., 1996), 본 연구에서는 다소 낮게 나타났으나, 톳의 산지별, 채취시기, 추출방법 등의 차이에 의한 것으로 생각되며, 생선커틀릿용 튀김옷의 폴리페놀 함량의 증대로 기능성의 향상 효과가 있을 것으로 생각된다.

HFP extract mixture의 DPPH radical 소거능 및 비타민 C와 당 함량

HFP extract mixture의 DPPH radical 소거능 및 비타민 C와 당 함량은 Table 4와 같다. DPPH는 안정한 free radical을 갖는 물질로서 항산화물질과 만나면 radical이 소거 탈색되어 항산화력을 검증하는데 사용된다. DPPH radical 소거능은 HFP311이 가장 높았는데, 이는 HFP311이 DPPH radical 소거능이 가장 높은 톳 추출물의 배합비가 높았기 때문으로 판단된다(톳 추출

Table 3. Total phenolic contents of the various HFP extract mixture

sample	Total phenolic content	
	mg/100 g	µg/g(dry base)
HFP111	49.34±1.73 ^b	3292.7±69.13 ^b
HFP211	56.69±2.15 ^c	3788.6±41.67 ^a
HFP311	55.95±0.83 ^a	3784.4±56.76 ^b
HFP121	42.43±1.31 ^b	2831.8±27.40 ^a
HFP131	48.77±2.04 ^c	3256.9±91.19 ^c
HFP112	49.34±2.21 ^c	3456.0±38.01 ^a
HFP113	51.86±0.93 ^a	3389.1±84.72 ^c

Experiment was performed in triplicate. Data is expressed as the mean ±SD (P<0.05). Different lower-case letters above the values (a, b and c) indicate significant differences at P<0.05. **HFP, mixing of the hiziki, fig fruit and pear**; HFP111, Volume ratio of HFP extract in mixture 1:1:1; HFP211, Volume ratio of HFP extract in mixture 2:1:1; HFP311, Volume ratio of HFP extract in mixture 3:1:1; HFP121, Volume ratio of HFP extract in mixture 1:2:1; HFP131, Volume ratio of HFP extract in mixture 1:3:1; HFP112, Volume ratio of HFP extract in mixture 1:1:2; HFP113, Volume ratio of HFP extract in mixture 1:1:3.

액, 무화과 추출액 및 배 추출액의 DPPH radical 소거능은 각각 24.78-26.97%, 13.51-18.58% 및 22.95-25.53% 였음). Jeon et al. (2012)은 에탄올 추출한 김 및 톳 추출액의 DPPH radical 소거능이 각각 47.4 및 13.3%로 나타난다고 보고하였고, Kim et al. (2012)은 미역과 다시마의 열추출 파우더의 DPPH radical 소거능이 10% 추출의 경우 11.20%로 됨을 확인하였다. Park et al. (2012)의 조사 결과 수확기의 3품종(원황, 황금배, 추황배)의 부위별 DPPH radical 소거능은 과육에서 6.6-10.1%, 과피 6.6-28%로 나타났다는 보고와 유사한 결과를 얻었다. Jeong et al. (2002)에 따른 무화과의 열수추출액은 무화과 1/10 (1.3 g), 1/5 (2.6 g), 1/2 (6.5 g), 1 (13 g) 및 2 (26 g/100 mL)개 농도에서 각각 4.49, 8.23, 19.57, 35.42 및 47.14%의 항산화 활성을 보였으며, 1/2 (6.5 g)개의 항산화활성과 유사하였다.

추출혼합액의 비타민 C 함량은 톳의 비율이 높은 경우 21.09-23.80 mg/100 g, 배의 경우 10.13-11.58 mg/100 g, 무화과에서는 6.88-7.71 mg/100 g으로 나타났으며, 동일한 중량 혼합 비율에서 재료가 따른 비타민 C의 함량은 톳, 배, 무화과의 순으로 배합 비율이 높아질수록 큰 값을 나타내었다. 일반적으로 자두, 복숭아, 살구, 매실과 같은 핵과류의 비타민 C 함량은 10.5-20.6 mg/100 g으로 보고되어 있으며(Hendrik et al., 1992), Jung et al. (2006)은 자두의 비타민 C의 함량은 7.3 mg/100 g이었고 과피가 과육보다 2배 정도 많은 비타민 C 함량을 나타내었다. 추출 혼합액의 비타민 C의 함량은 핵과류와 유사한 결과를 보였다. 추출혼합액의 당 함량은 톳의 비율이 높은 경우 $8.3 \pm 0.2 - 8.8 \pm 0.4$ Brix°, 배의 경우 $9.8 \pm 0.1 - 10.2 \pm 0.3$ Brix°, 무화과에서는 $10.2 \pm 0.3 - 10.5 \pm 0.2$ Brix°로 나타났으며, 무화과 및 배

Table 4. DPPH radical scavenging activities, ascorbic acid contents and sugar contents of the various HFP extract mixture

Sample	DPPH radical scaveng activity (%)	Ascorbic acid (mg/100 g)	Sugar content (Brix %)
HFP111	19.0±0.3 ^b	13.5±0.1 ^b	9.5±0.3 ^b
HFP211	24.7±0.8 ^c	21.0±0.8 ^c	8.8±0.4 ^c
HFP311	26.9±0.6 ^c	23.8±1.1 ^a	8.3±0.2 ^b
HFP121	18.5±0.2 ^b	7.7±0.1 ^a	10.2±0.3 ^b
HFP131	13.5±0.1 ^a	6.8±0.1 ^a	10.5±0.2 ^b
HFP112	22.9±0.4 ^b	10.1±0.8 ^a	9.8±0.1 ^a
HFP113	25.5±0.5 ^b	11.5±0.2 ^b	10.2±0.3 ^c

Experiment was performed in triplicate. Data is expressed as the mean ±SD (P<0.05). a, b and c are statistically different. HFP, mixing of the hiziki, fig fruit and pear; HFP111, Volume ratio of HFP extract in mixture 1:1:1; HFP211, Volume ratio of HFP extract in mixture 2:1:1; HFP311, Volume ratio of HFP extract in mixture 3:1:1; HFP121, Volume ratio of HFP extract in mixture 1:2:1; HFP131, Volume ratio of HFP extract in mixture 1:3:1; HFP112, Volume ratio of HFP extract in mixture 1:1:2; HFP113, Volume ratio of HFP extract in mixture 1:1:3.

추출액의 당도는 톳추출액 보다 높게 나타났으므로 HFP211, HFP311의 당도 증가 효과를 나타내었다.

HFP extract mixture의 β -Carotene 함량

β -Carotene은 비타민 A의 전구체로서 지방친화력이 강하고 세포막과 지단백 내부에 존재하여 세포막의 산화적 손상에 의해 합성된 지질 과산화물에 직접 작용하여 활성산소를 제거한다고 알려져 있다(Go, 2011). 과일에서 100 g당 β -Carotene의 함량별 등급에서 100 μ g이상(good), 1 μ g-100 μ g 미만(fair), 1 μ g 미만(poor)으로 분류하여 good에는 살구(1,784 μ g), 망고, 자몽, 수박, 감, 산딸기 등이고, fair에는 오렌지, 오디, 체리, 키위, 바나나, 귤, 자두, 사과, 멜론, 금귤, 딸기, 무화과, 복숭아, 대추 등이고, poor에는 배, 포도, 참외, 파인애플, 석류, 레몬이 속하며, 배(poor), 무화과(fair, 12 μ g/100 g)로 분류되었다고 보고하였다(Yoo, 2012). 분석 결과에 의하면 β -Carotene의 함량은 톳, 무화과, 배의 순으로 배합 비율이 높아질수록 값이 작게 나타났다(Fig. 2). 배 추출물의 첨가로 β -Carotene의 함량이 22-59 μ g/100 g으로 fair level로 상승하였으며 기능성의 향상이 기대된다.

HFP extract mixture의 무기질 함량

무기질 분석 결과는 Table 5에 나타내었다. 무기질은 전반적으로 톳 추출물의 비율 증가에 따라 높게 나타났으며, HFP311 > HFP211 > HFP111 > HFP121 > HFP132 > HFP112 > HFP113의 순이었다. 톳 추출액의 비율이 높은 HFP211, HFP311의

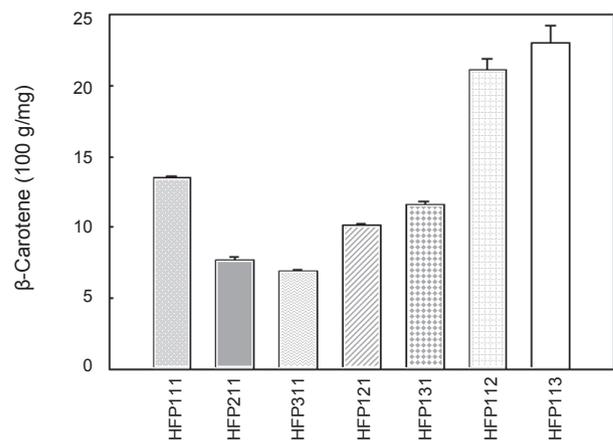


Fig. 2. β -carotene contents of various HFP extract mixture. HFP, mixing of the hiziki, fig fruit and pear; HFP111, Volume ratio of HFP extract in mixture 1:1:1; HFP211, Volume ratio of HFP extract in mixture 2:1:1; HFP311, Volume ratio of HFP extract in mixture 3:1:1; HFP121, Volume ratio of HFP extract in mixture 1:2:1; HFP131, Volume ratio of HFP extract in mixture 1:3:1; HFP112, Volume ratio of HFP extract in mixture 1:1:2; HFP113, Volume ratio of HFP extract in mixture 1:1:3.

총 무기질 함량은 340.17-369.62 mg/100 g, 무화과의 경우는 267.64-272.71 mg/100 g, 배의 경우는 243.69-262.46 mg/100 g으로 나타났으며, PFH111의 무기질 함량이 배 추출액의 첨가 비율이 높은 HFP112 및 HFP113의 무기질 함량보다 높은 것은 톳 추출물의 영향임을 알 수 있으며, 특히 HFP121,

HFP131의 무기질 보강 효과를 확인하였다. Jeong et al. (2002)에 의하면 무화과의 성숙도 따른 무기질의 함량(mg/100 g) 최대치는 Ca 32.23±0.95, Mg 19.66±0.42, Na 3.14±0.07, K 193.98±1.10, Fe 0.42±0.05로서 HFP311의 무기질 함량인 Ca 31.05±1.30, Mg 25.27±1.13, Na 43.35±0.43, K

Table 5. Mineral contents of the various HFP extract mixture (mg/100 g)

Sample	Mineral						Total
	Ca	K	Mg	Fe	P	Na	
HFP111	22.77±0.32 ^a	226.50±3.39 ^c	18.12±0.22 ^a	0.04±0.01 ^a	0.93±0.04 ^c	26.50±0.29 ^a	294.86 ^c
HFP211	27.34±0.60 ^b	252.70±3.53 ^c	22.33±0.64 ^b	0.07±0.01 ^a	0.87±0.03 ^c	36.86±1.32 ^c	340.17 ^b
HFP311	31.05±1.30 ^c	269.01±2.42 ^c	25.27±1.13 ^c	0.10±0.03 ^b	0.85±0.02 ^b	43.35±0.43 ^b	369.62 ^c
HFP121	19.74±0.45 ^a	215.95±2.38 ^c	15.67±0.57 ^b	0.07±0.01 ^a	0.96±0.02 ^b	20.32±0.41 ^b	272.71 ^a
HFP131	18.62±0.18 ^a	215.80±1.94 ^b	14.53±0.08 ^a	0.07±0.01 ^a	0.99±0.01 ^a	17.63±0.19 ^a	267.64 ^b
HFP112	18.46±0.42 ^b	207.70±2.28 ^c	15.39±0.48 ^b	0.04±0.01 ^a	0.95±0.02 ^b	19.92±0.69 ^c	262.46 ^c
HFP113	16.24±0.09 ^a	195.95±0.16 ^a	14.00±0.12 ^a	0.42±0.02 ^a	0.95±0.04 ^c	16.13±0.15 ^a	243.69 ^b

Experiment was performed in triplicate. Data is the mean value ±SD (P<0.05). Different lower-case letters above the values (a, b and c) indicate significant differences at P<0.05. **HFP, mixing of the hiziki, fig fruit and pear;** HFP111, Volume ratio of HFP extract in mixture 1:1:1; HFP211: Volume ratio of HFP extract in mixture 2:1:1; HFP311, Volume ratio of HFP extract in mixture 3:1:1; HFP121, Volume ratio of HFP extract in mixture 1:2:1; HFP131, Volume ratio of HFP extract in mixture 1:3:1; HFP112, Volume ratio of HFP extract in mixture 1:1:2; HFP113, Volume ratio of HFP extract in mixture 1:1:3.

Table 6. Sensory evaluation of the various HFP extract mixture

Sample	Color	Taste	Flavor	Overall acceptability
HFP111	7.13±0.41 ^c	6.33±0.35 ^b	6.13±0.37 ^b	7.13±0.48 ^b
HFP211	7.20±0.56 ^c	7.40±0.48 ^b	7.07±0.12 ^a	7.73±0.52 ^c
HFP311	7.67±0.28 ^a	8.13±0.74 ^c	7.27±0.25 ^b	8.07±0.21 ^a
HFP121	6.20±0.42 ^b	6.13±0.51 ^b	7.33±0.46 ^c	6.93±0.46 ^c
HFP131	6.53±0.35 ^b	6.07±0.66 ^c	7.13±0.31 ^b	6.13±0.35 ^b
HFP112	5.33±0.17 ^a	5.27±0.42 ^b	5.20±0.29 ^a	5.80±0.34 ^b
HFP113	5.20±0.23 ^a	5.13±0.21 ^a	5.07±0.23 ^a	5.67±0.43 ^c

Data are expressed as the mean standard deviation of three experiments. a, b, c are different and statistically significant at P<0.005. **HFP, mixing of the hiziki, fig fruit and pear;** HFP111, Volume ratio of HFP extract in mixture 1:1:1; HFP211, Volume ratio of HFP extract in mixture 2:1:1; HFP311, Volume ratio of HFP extract in mixture 3:1:1; HFP121, Volume ratio of HFP extract in mixture 1:2:1; HFP131, Volume ratio of HFP extract in mixture 1:3:1; HFP112, Volume ratio of HFP extract in mixture 1:1:2; HFP113, Volume ratio of HFP extract in mixture 1:1:3.

Table 7. Physicochemical properties of freeze-concentrated HFP311

Concentration ratio (%)	Total phenolic content (mg/L)	DPPH radical scavenging activity(%)	β-carotene (μg/100 mg)	Ascorbic acid (mg/100 g)	Sugar content (Brix°)	Latent Heat of freezing (J/g)
0	822.82±9.05 ^a	26.97±0.67 ^b	45±1.04 ^a	11.58±0.26 ^b	8.3±0.2	213.20±9.2 ^b
25	1136.48±7.95 ^a	46.70±0.93 ^b	48±1.34 ^a	23.20±0.16 ^b	9.2±0.2	195.2±10.5 ^c
35	1187.29±41.55 ^c	61.50±2.33 ^c	51±3.92 ^c	23.68±0.02 ^a	12.7±0.1	176.8±7.3 ^b
45	1221.61±25.65 ^b	72.74±0.81 ^b	52±1.46 ^a	25.31±0.27 ^a	13.7±0.1	176.4±8.7 ^b
55	1257.76±15.09 ^b	78.86±0.71 ^b	54±2.85 ^b	25.75±0.48 ^a	14.8±0.2	171.1±11.2 ^c
65	1381.77±46.98 ^c	82.96±0.10 ^a	58±3.41 ^c	31.69±1.07 ^c	19.6±0.2	139.7±9.8 ^a

Data are expressed as the mean standard deviation of three experiments. a, b, c are different and statistically significant at P<0.005. **HFP, mixing of the hiziki, fig fruit and pear;** HFP311, Volume ratio of HFP extract in mixture 3:1:1.

269.01 ± 2.42, Fe 0.10 ± 0.03 과 비교하면 Ca와 Fe를 제외하고는 무화과의 무기질보다는 HFP311이 함량이 높게 나타났다. Tong et al. (2014)의 톳 혼합 야채추출물의 배합비율별 최대 함유량(ppm)과 비교하면, Ca 159.98 ± 0.21, Mg 192.94 ± 0.19, Na 366.36 ± 0.46, K 1419.32 ± 0.89, Fe 8.35 ± 0.01로서 역시 HFP311이 높은 값을 가짐을 알 수 있다.

HFP extract mixture의 관능검사

HFP extract mixture의 관능검사의 결과를 Table 6에 나타내었다. 실험에 사용한 모든 시료는 5점 이상으로 보통 이상의 점수를 나타내었다. 톳의 함량이 높음에도 불구하고 HFP311 시료가 전반적으로 모든 관능특성에서 높은 점수를 얻은 것은 배 및 무화과 첨가에 따른 보완효과로 판단된다.

HFP extract mixture의 농축

관능검사 결과 가장 효과가 좋은 것으로 나타난 HFP311의 동결 농축도에 따른 물리, 화학적 특성 변화를 Table 7에 나타내었다. 농도가 높아 질수록 구성성분의 농도도 증가되며, 동결잠열(latent heat of freezing)의 측정 결과로부터 농축도 35% 이상에서는 HFP extract mixture의 동결농축 시 수분의 동결에 필요한 냉동부하는 큰 변화를 보이지 않았으며, 동결농축 공정에서 동결되는 수분의 함량에 큰 변화가 없는 것으로 나타났다. 또한 농축도가 45% 이상인 HFP extract mixture를 생선커틀릿용 튀김옷의 첨가제로 사용할 경우 점도 증가로 반죽이 용이하게 이루어지지 않아 가장 적합한 농축도는 35%인 것으로 판단되었다. 35%로 농축함으로써 DPPH radical 소거능은 26.97 ± 0.67%에서 61.50 ± 2.33로 높아지고, 폴리페놀은 44.3%의 증가를 보였다. 비타민 C는 11.58 ± 0.26이 23.68 ± 0.02 mg/100 g으로 증가하고, 당도는 53.0% 상승하는 효과를 나타내었다.

Table 8. Hardness and color of fish cutlet which was put in the batter and fried for 2 minutes at 180 °C

sample No.	Hardness (g/cm ²)	L	a	b
1	190	33.49±1.2 ^a	-3.55±0.07 ^a	28.93±3.14 ^c
2	168	32.55±0.9 ^a	-3.86±0.09 ^a	26.72±2.21 ^c
3	198	31.75±2.6 ^b	-2.26±0.19 ^b	26.72±1.89 ^b
4	178	32.34±1.9 ^a	-2.80±0.21 ^c	25.40±2.13 ^c
5	194	32.22±2.1 ^b	-3.01±0.11 ^a	22.04±1.92 ^b
6	202	33.77±1.8 ^a	-4.62±0.13 ^a	25.47±1.73 ^b
7	166	34.62±1.3 ^a	-4.09±0.26 ^c	23.61±3.21 ^c
8	174	31.14±2.1 ^b	-3.09±0.09 ^a	23.15±1.28 ^a
9	166	33.56±1.7 ^a	-4.89±0.21 ^b	20.65±2.65 ^b

Data is expressed as the mean±standard deviation of three experiments, (P<0.05). a, b and c are statistically different. L, light; a, redness; b, yellowness.

생선커틀릿용 튀김옷의 첨가제에 따른 경도와 색조

HFP extract mixture의 배합비율을 1 (Table 2의 1, 2, 3번):3 (Table 2의 4, 5, 6번):6 (Table 2의 7, 8, 9번)으로 다르게 하여 제조한 튀김옷을 입힌 후 튀긴 생선커틀릿의 경도 및 L값은 HFP extract mixture의 배합비율과 상관성을 보이지 않았으며, 색상 변화는 HFP extract mixture의 배합비율이 높아지면 a 및 b 값이 감소하는 결과를 보였다. 대조구로서 K수산 생선커틀릿의 a, b값은 3.62 ± 0.09, 26.95 ± 0.14로서 유사한 값을 가지는 배합비율은 No. 1-4, 6, 8였다(Table 8).

기능성 튀김옷을 입힌 생선커틀릿의 FRAP

FRAP 측정법은 항산화력을 측정하는 방법 중 DPPH를 이용한 radical 소거능을 측정하는 방법과는 달리 환원력에 의한 항산화능을 측정하는 방법이다. HFP extract mixture, ko-

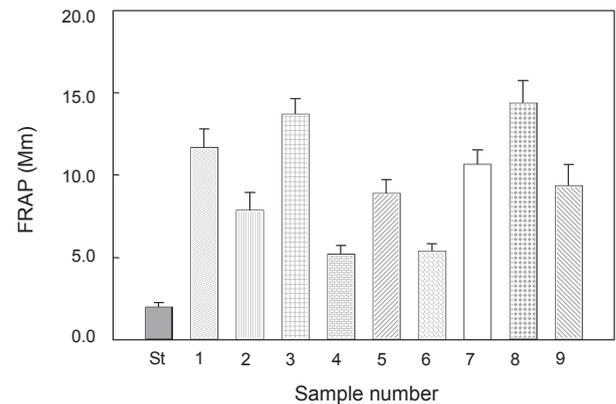


Fig. 3. FRAP (ferric reducing antioxidant power) of fish cutlet put in the batter after 24 hours storage at -18 °C, Sample number of 1-9 refer to Table 2.

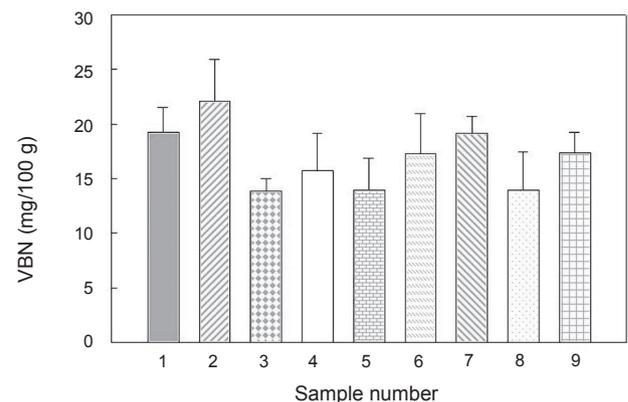


Fig. 4. Volatile basic nitrogen (VBN) of fish cutlet put in the batter after 120 days storage at -18 °C, Sample number of 1-9 refer to Table 2.

rean herbal powder 및 wheat flour의 배합비율을 달리하여 제조한 튀김 옷(No. 1 - No. 9, Table 2 참조)을 입힌 생선커틀릿을 -18°C (A), -12°C (B), -24°C (C)에서 24 시간 동결한 후 상온에서 자연 해동시킨 다음 FRAP를 측정된 결과는 Fig. 3과 같다. 그림에서 알 수 있는 바와 같이 -18°C 에의 동결냉장에서 A1, A3, A8이 높은 항산화력을 나타내었다.

-12°C 동결냉장에서는 튀김옷의 첨가 혼합물 B2 (통가루 1, 솔잎 0.75, 녹차 0.75, 황기 1, 밀가루 6)의 경우가 가장 높은 항산화력을 나타내었으며, B9>B4>B3의 순으로 높게 나타났다. -24°C 동결냉장에서는 튀김옷의 첨가 혼합물 C3 (통가루 1, 솔잎 1, 녹차 1, 황기 1, 밀가루 6)의 경우가 가장 높은 항산화력을 나타내었으며, C8>C9>C7의 순으로 높게 나타났다(테이더 미 제시). 저장온도별 항산화실험에서 -18°C 동결냉장과 -24°C 동결냉장에서 FRAP의 차이를 보이지 않으므로 -18°C 에서 저장하는 것이 경제성이 높을 것으로 생각된다. 저장온도에 따라 항산화력의 차이가 있는 것은 첨가물의 조성 물질의 활성이 온도의 영향을 받는 것으로 생각되며 향후 연구에 따른 규명이 필요 하리라 생각된다.

저온저장 중의 VBN 변화

배합비율을 달리하여 제조한 튀김옷(No. 1 - No. 9, Table 2 참조)을 입힌 생선커틀릿을 저장온도 -18°C 에서 120일간 저장한 후 생선커틀릿의 VBN을 측정하여 저장성이 적합한 첨가물의 배율을 결정하였다(Fig. 4).

휘발성 염기질소의 측정 결과 No. 3, 5, 8의 VBN값은 각각 13.79 ± 2.36 , 13.96 ± 1.45 및 14.12 ± 2.93 mg/100 g으로 상위 group이며, No. 4, 6, 9는 각각 15.74 ± 1.42 , 17.32 ± 1.91 및 17.34 ± 2.60 mg/100 g으로 중위 group, No. 7, 1, 2의 VBN값은 19.17 ± 3.63 , 19.23 ± 2.11 및 22.11 ± 3.32 mg/100 g으로 추출물 첨가 비율의 증가와 VBN과는 상관성은 보이지 않으나, HFP extract mixture의 첨가 비율이 일정하면 솔잎과 녹차의 첨가량의 변화가 VBN값의 증가에 영향을 미쳤다. HFP extract mixture의 첨가 비율이 증가하면 솔잎과 녹차의 첨가량의 변화가 VBN의 증가에 미치는 영향이 낮아지는 효과를 확인하였다. 생선커틀릿용 튀김옷 제조용 첨가 소재의 배합 비율별 동결냉장 중의 FRAP 및 VBN의 측정 결과로부터 No. 3 및 No. 8이 우수한 것으로 나타났다. 또한 L, a, b의 값이 대조구와 유사한 첨가물의 비율은 No. 3로서 HFP extract mixture (100 mL), pine needle powder (100 g), green tea powder (100 g), *Astragalus membranaceus* powder (100 g), wheat flour (600 g)으로 구성되는 튀김옷이 기능성 및 저장성이 우수한 소재로 나타났으며, 이러한 튀김옷을 이용한다면 항산화력의 증가 및 기능성이 향상된 생선커틀릿의 제조가 가능하다고 생각된다.

References

Abdussalam S. 1990. Drugs from seaweeds. Med Hypotheses

- 32, 33-35. [https://doi.org/10.1016/0306-9877\(90\)90064-L](https://doi.org/10.1016/0306-9877(90)90064-L).
- Ahn SM, Hong YK, Kwon GS and Sohn HY. 2010. Evaluation on *in-vitro* anticoagulation activity of 35 different seaweed extracts. J Life Sci 20, 1640-1647. <http://dx.doi.org/10.5352/JLS.2010.20.11.1640>.
- Benzie IFF and Strain JJ. 1996. The ferric reducing ability of plasma(FRAP) as a measure of antioxidant power. The FRAO assay. Anal Biochem 230, 70-79.
- Go ML. 2011. Antioxidative compounds and antioxidant capacity of young, brown, black and milled rices. MS Thesis, Kyung Hee University, Seoul, Korea.
- Hendrik VG, Chingying L, Eduardo LK, Mirjam S, Adel AK. 1992. Compositional characterization of prune juice. J Agric Food Chem 40, 784-789. <https://doi.org/10.1021/jf00017a016>.
- Hurch FC, Meade JB, Treanor RE and Whinna HC. 1989. Antithrombotic activity of fucoidan with heparin co-factor II, antithrombin III and thrombin. J Biol Chem 6, 361-375.
- Jang SE and Chyun KH. 2007. Effects of dietary calcium level and *Hizikia fusiforme* supplementation on bone indices and serum lipid levels in ovariectomized rats. J Korean Soc Food Sci Nutr 40, 419-427.
- Jeon YE, Yin XF, Lim SS, Chung CK and Kang IJ. 2012. Antioxidant activities and acetylcholinesterase inhibitory activities from seaweed extracts. J Korean Soc Food Sci Nutr 41, 443-449. <http://dx.doi.org/10.3746/jkfn.2012.41.4.443>.
- Jeong MR, Kim BS and Lee YE. 2002. Physicochemical characteristics and antioxidative effects of Korean figs (*Ficus carica* L.). J East Asian Soc Dietary Life 12, 566-573.
- Jin YO and Song WS. 2012. Antioxidant activity of *Pyrus serotina* fruit in different cultivars and parts. Korean J Plant Res 25, 498-503. <https://dx.doi.org/10.7732/kjpr.2012.25.4.498>.
- Jung BM, Ahn CB, Kang SJ, Park JH and Chung DH. 2001. Effects of *Hizikia fusiforme* extracts on lipid metabolism and liver antioxidative enzyme activities in triton-induced hyperlipidemic rats. J Korean Soc Food Sci Nutr 30, 1184-1189.
- Jung JG, Yu Yeon, Kim SK, Lee HR, Choi JU, Lee SH, Ahn H and Chung SK. 2006. Quality and nutrition labeling study of domestic fruit(plum). Korean J Food Preserv 13, 669-674.
- Kang YJ, Ryu KT and Kim HS. 1996. Preparation of cellular liquid from brown seaweeds for functional tonic products. J Korean Soc Food Nutr 25, 94 - 103.
- Kim DS, Lee DS, Cho DM, Kim HR and Pyeun JH. 1995. Trace components and functional saccharides in marine algae-2. Dietary fiber contents and distribution of the algal polysaccharides. J Korean Fish Soc 28, 279-278.
- Kim JA and Lee JM. 2004. The change of biologically functional compounds and antioxidant activities in *Hizikia fusiformis* with drying methods. Korean J Food Culture 19, 200-208.
- Kim JW, Kwon YR and Youn KS. 2012. Quality characteristics and antioxidant properties in spray -dried and freeze-dried

- powder prepared with powdered seaweed extracts. Korean J Food Sci Technol 44, 716-721. <http://dx.doi.org/10.9721/KJFST.2012.44.6.716>.
- Kim KI, Seo HD, Lee HS, Jo HY and Yang HC. 1998. Studies on the blood anticogulant polysaccharide isolated from hot water extracts on *Hizikia fusiforme*. J Korean Soc Food Sci Nutr 27, 1204-1210.
- Kim SH. 1990. Antitumor effect of water-soluble extracts of plants-herbs, seaweeds, and mushrooms in cheju island. M.S. thesis, Cheju National University, Cheju, Korea.
- Kim SH, Lim SB, Ko YH, Oh CK, Oh MC and Park JS. 1994. Extraction yields of *Hizikia fusiforme*. by solvents and their antimicrobial effects. Korean J Fish Aquat Sci 27, 462-468.
- Kim SJ, Lee GS, Moh SH, Park JB, Auh CK, Chung YJ, Ryu TK and Lee TK. 2013. Phenolic contents and antioxidant activities of six edible seaweeds. J Korea Academ Indust Coop Soc 14, 3081-3088. <http://dx.doi.org/10.5762/KAIS.2013.14.6.3081>.
- Koo JG, Jo KS and Park JH. 1997. Rheological properties of fu-coidans from *Laminaria religiosa*, sporophylls of *Undaria pinnatifida*, *Hizikia fusiforme* and *Sagassum fulvellum* in Korea. J Korean Fish Soc, 30, 329-333.
- Lim SB, Kim SH, Ko YH, Oh CK, Oh MC, Ko YG and Park CS. 1995. Extraction yields of *Hizikia fusiforme* and *Aloe vera* Linne by supercritical carbon dioxide and antimicrobial activity of their extracts. Korean J Food Sci Technol 27, 68-73.
- MFDS (Ministry of Food and Drug Safety). 2016. Standards for processing and Ingredients of specifications livestock products(micro-proliferation method). MFDS, Osong, Korea.
- Meilgard M. Civille GV and Carr BT. 1987. Sensory evaluation technique. CRC Press, Inc, Boca Raton, Florida, U.S.A., 39-112.
- Park KE, Jang MS, Kim CW, Kim YK, Seo YW and Park HY. 2005. Antioxidant activity on ethanol extract from boiled-water of *Hizikia fusiformis*. J Korean Soc Appl Biol Chem 48, 435-439.
- Park YO, Choi JJ, Choi JH, Kim MS, Yim SH and Lee HC. 2012. Antioxidant activities of young and mature fruit in three asian pear cultivars. Kor J Hort Sci Technol 30, 208-213. <http://dx.doi.org/10.7235/hort.2012.11091>.
- Shan B, Yoshida Y, Kuroda E and Yamashira U. 1999. Brief communication immunomodulating activity of seaweed extract on human lymphocytes *in vitro*. Int J Immunopharmacology 21, 59-70. [https://dx.doi.org/10.1016/S0192-0561\(98\)00063-0](https://dx.doi.org/10.1016/S0192-0561(98)00063-0).
- Shon JH, Kang DY, Oh HC, Jung BM, Kim MH, Shin MO and Bae SJ. 2006. The effects on antimicrobial and cytotoxicity of *Hizikia fusiformis* fraction. Korean J Nutr 39, 444-450.
- The Korean Nutrition Society. 2000. Korean dietary reference intake. The Korean Nutrition Society, Daegu, Korea, 316-326.
- Tong T, Chang S, Ko DO, Kim SB, Jung KJ and Kang SG. 2014. Effect of addition of *Hizikia fusiforme*, *Capsosiphon fulvescens*, and *Undaria pinnatifida* sporophyll on antioxidant and inhibitory potential against enzymes related to type 2 diabetes of vegetable extract. Korean J Food Preserv 21, 460-467. <http://dx.doi.org/10.11002/kjfp.2014.4.460>.
- Vision JA. 1999. The functional food properties of figs. Cereal Food World 44, 82-87.
- Yoo GH. 2012. Analysis of nutritional and health index of the fruits. MS Thesis, Kyung Hee University, Seoul, Korea.