



# Inhibitory effect of an antioxidant complex on the lipid oxidation of freeze-dried convenience food

Joon-Young Jun<sup>1</sup>, Min-Jeong Jung<sup>1</sup>, Jong-Woong Nam<sup>1,2</sup>,  
 Si-Yeal Nam<sup>3</sup>, Byoung-Mok Kim<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Research Group of Food Processing, Korea Food Research Institute, Wanju 55365, Korea

<sup>2</sup>Department of Marine Food Science & Technology, Gangneung-Wonju National University, Gangneung 25457, Korea

<sup>3</sup>Dong-Lim Food Corporation Ltd., Gangneung 25437, Korea

## 식물성 소재 추출물이 동결건조 간편식품의 지질산패 억제에 미치는 영향

전준영<sup>1</sup> · 정민정<sup>1</sup> · 남종웅<sup>1,2</sup> · 남시열<sup>3</sup> · 김병목<sup>1\*</sup>  
<sup>1</sup>한국식품연구원, <sup>2</sup>강릉원주대학교 해양식품공학과, <sup>3</sup>동림푸드(주)

### Abstract

This study was conducted to develop an antioxidant complex that inhibits lipid oxidation of freeze-dried convenience food rich in animal resources. The antioxidant capacities of various botanical extracts were evaluated, and those of both 50% and 80% ethanolic extracts of green tea (GT50 and GT80) were found to be the higher than those of other botanical extracts, although the capacity of L-ascorbic acid used as comparative antioxidant was the highest ( $p < 0.05$ ). A freeze-dried chicken soup was selected as the food model to assess the effects of the antioxidant complex. The soup contained 3.47% lipid, of which unsaturated fatty acids accounted for a high ratio. The inhibitory effect of the GT50 extract on the oxidation of linoleic acid (LA) induced by continuous heat treatment was evaluated. The oxidation value of LA without GT50 increased after 6 h and reached the maximum value at 12 h, while that of LA with 30 mg% GT50 or 7.5% L-ascorbic acid (Vt.C) were stable for 24 h. Since GT50 showed a synergistic effect with Vt.C at the mix ratio of 2:1 (W/W), the antioxidant complex was developed through a combination of GT50 and Vt.C.

**Key words :** freeze-dried food, home meal replacement, lipid oxidation, green tea extract, natural antioxidants

### 서 론

핵가족화, 여성의 경제활동, 1인 가구의 증가, 경제 수준의 향상 등과 같은 사회적 변화와 더불어 현대의 바쁜 생활방식에 맞추어 주식을 대신하여 영양 및 기호도를 충족시킬 수 있는 간편식에 대한 요구가 증가하고 있다(Kang 등, 2006; Lee 등, 2009). Home Meal Replacement(HMR) 제품에 대한 국내시장은 지속적인 성장세에 있으며, 2018년을 기점으로

가속화되어 2022년에는 약 8조 원에 달할 것으로 예상되고 있다(KAF & FTC, 2019).

동결건조 제조방식은 재료를 급속동결하여 조직파괴를 최소화하고, 수분활성도를 낮추어 미생물 증식을 억제함으로써 제품의 저장성 부여 및 재수화 시 복원성이 뛰어난 장점이 있어 간편식을 제조하기 위해 산업적으로 많이 응용되고 있다. 하지만, 건조과정에서 분자의 단분자층 영역까지 수분을 제거하기 때문에 산소와의 접촉이 용이해져 제품에 포함되어

\*Corresponding author. E-mail : bmkim@kfri.re.kr, Phone : +82-33-643-8042, Fax : +82-33-643-8039

Received 22 July 2020; Revised 17 May 2021; Accepted 18 May 2021.

Copyright © The Korean Society of Food Preservation.

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

있는 지질성분의 산화가 일어나기 쉬운 단점이 있으며, 특히 동물성 소재를 활용한 제품의 경우 소재의 지질 특성으로 인해 지질산패가 가속화되는 경향이 있다(Rahman 등, 2009). 또한, 동물성 소재가 첨가된 제품의 경우, 가공(배합, 살균 등) 단계에서 과도한 열처리에 의해 지질과산화 반응을 촉진시켜 산패취를 발생시키거나, 품질이 열하되는 문제점이 발생된다(Kim 등, 2018a).

유통과정 중 일어나는 지질산패를 억제하기 위해 일반적으로 빛, 수분, 가스차단성이 높은 알루미늄박이 적층된 다중 필름(vacuum metalized polyethylene terephthalate)을 사용하고 있고, polyethylene(PE) 층에 polyethylene terephthalate (PET), ethylene vinyl alcohol(EVOH), aluminum oxide(AlOx) 층 등을 증착하여 투습성 및 가스차단성을 높이기 위한 다양한 산패방지 포장소재 개발 연구가 진행되고 있다(Maes 등, 2018). 앞서 나열한 식품 외부 환경요인과 더불어 보관온도 등과 같은 다양한 산패 가속화 요인으로부터 지질산패를 억제하기 위해서는 적합한 포장소재 선택과 함께 직접적으로 식품 매트릭스 내 작용할 수 있는 항산화제 병용 적용이 필요하다(Lee 등, 2001).

식육가공품의 경우, 지질산패 억제를 위해 경제성 및 효과가 뛰어나다고 알려진 합성항산화제(butylated hydroxyanisole, butylated hydroxytoluene 등)가 사용되고 있으나, 인체 안전성 문제를 우려하여 이를 대체하기 위한 천연물유래 항산화소재의 탐색 및 적용이 요구되고 있다(Kim 등, 2018b). 미국, 유럽 등에서는 소비자들에게 친숙하고 가격적인 측면에서 경제성이 뛰어난 허브 식물, 향신료 등 천연소재를 활용한 유통 안정성 연장을 위한 연구가 활발히 진행되고 있다(Mariutti와 Bragagnolo, 2017).

본 연구에서는 동물성 소재를 활용한 동결건조 즉석식품의 지질산패를 억제하기 위한 조성물을 개발하고자, 식품원료로 등재되어 있는 다양한 식물성 소재로부터 추출물을 제조하였고, 항산화능을 평가한 뒤 우수한 소재를 선별하여 합성항산화제와의 상승효과를 조사하였다.

## 재료 및 방법

### 실험재료

녹차(leaf of *Camellia sinensis*, 국내산, 화개농협), 신선초(leaf of *Angelica keiskei*, 국내산, 참두리), 들깨잎(leaf of *Perilla frutescens*, 국내산, 맑은돌(주)), 딜씨앗(seed of *Anethum graveolens*, 인도산, ㈜이에스기술연구소), 보리새싹(sprout of *Hordeum vulgare*, 중국산, ㈜허브인코리아)은 추출물 제조를 위해 사용되었고, 건조분말 형태로 가공 포장된 것을 온라인 마켓을 통해 구입하였다.

지질산패 억제 조성물 적용을 위한 식품모델로 즉석식품류 가운데 동결건조 닭곰탕 블록(약 14.5 g, 가로 5.3 cm×세로 5.3 cm×높이 1.7 cm)을 선택하였고, 2020년 5월에 제조된 것을 강원도 강릉시 소재 동림푸드(주)로부터 제공받아 분석용 시료로 사용하였다. 시료는 PET/low density polyethylene(LDPE)/vacuum metalized polyethylene terephthalate(VMPET)/LDPE로 구성된 두께 약 60 µm 포장지에 포장하여 분석 전까지 -50°C에서 보관하였다. 일반성분, 식염함량 분석 및 지질 추출 등에 사용된 시약은 국내 extra pure 등급을 사용하였다.

### 일반성분 분석

동결건조 닭곰탕 블록의 수분, 회분, 조단백질 및 조지질 함량은 AOAC(2005)의 방법에 따라 분석하였다. 수분은 상압가열건조법(method 950.46), 회분은 직접회화법(method 923.03), 조단백질은 자동화장치를 이용한 Kjeldahl법(method 976.05), 조지질은 petroleum ether를 사용한 용매침지 추출법(method 991.36)에 준하였다. 탄수화물 함량은 일반성분 총합 100%에서 수분, 회분, 조단백질과 조지질 함량을 감하여 구하였다.

### pH 및 식염함량 측정

동결건조 닭곰탕 블록의 pH 측정을 위해 포장된 상태로 시료를 잘게 부순 후 4 g을 취해 deionized water(DW) 36 mL를 가한 다음 균질하였고, 원심분리(10,000 ×g, 4°C, 10 min)하여 얻은 상등액을 pH meter(CH/Seven Easy S20K, Mettler Toledo, Switzerland)로 측정하였다. 식염함량은 회분 함량 분석이 끝난 시료를 DW에 일정 부피로 용해시킨 뒤 식품공전 식염시험법(MFDS, 2020)에 따라 측정하였다.

### 지질 추출 및 지방산 분석

지질 추출은 Folch 등(1957)의 방법을 약간 변형하여 진행하였다. 동결건조 닭곰탕 블록 20 g을 chloroform-methanol (2:1, v/v) 혼합용액 150 mL에 넣고 3분간 균질한 후 Advantech No. 5A(Toyo Roshi Kaisha, Tokyo, Japan) 여지로 여과하여 모아두었고, 잔여물을 사용하여 동일한 방법으로 용매 추출 및 여과과정을 1회 반복하였다. 모아둔 여과액은 분액여두에 옮긴 뒤 0.88% KCl 및 methanol-0.85% NaCl (1:1, v/v) 혼합용액을 사용하여 순차적으로 용매 분획과정을 거쳤다. 메탄올에 용해시킨 butylated hydroxytoluene(Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA)을 지질함량의 약 1%가 되도록 가하고, chloroform 층을 회수한 뒤 회전식 증발농축기에서 용매를 제거하였다. 추출된 지질의 양은 데시게이터에서 약 6시간가량 정치시킨 고형물의 무게를 측정하여 얻었다.

무게 측정이 끝난 시료는 chloroform을 사용하여 일정농도로 조제한 뒤 분석 전까지 -20℃에 보관하였다.

추출된 지질의 methyl ester화는 0.5 N sodium hydroxide-methanol 및 14% BF<sub>3</sub>-methanol을 순차적으로 사용하는 AOCS official method Ce 1b-89의 방법(AOCS, 1997)에 따라 진행하였고, 전처리된 시료는 GC-FID(7890A, Agilent Technologies, Santa clara, CA, USA)에서 HP-FFAP 컬럼(30 m×0.32 mm×0.25 μm, Agilent Technologies)을 사용하여 분석하였다. 질소(99.999%)를 carrier gas로 사용하였고, 유속은 1 mL/min로 설정하였다. Methyl ester화된 지방산 시료 2 μL를 주입한 뒤 1:5 split mode에서 분석하였고, 컬럼온도는 150℃ (held for 2 min)에서 230℃(held for 10 min)까지 분당 3.5℃씩 승온시켰다. 주입구와 검출기 온도는 250℃로 설정하였다. 분석된 지방산 피크는 3 type의 지방산 표준용액의 혼합액(Supelco 18913, 18918, 47033; Sigma-Aldrich)을 위 조건과 동일하게 분석한 뒤 retention time을 비교하여 동정하였다.

### 추출물 제조 및 수율 측정

식품원료로 등재되어 있는 실험재료 5종에 대한 추출물 제조를 위해 각 분말 중량에 20배수에 달하는 DW, 50% ethanol 및 80% ethanol을 각각 가한 후 DW를 사용한 추출은 환류냉각 방식으로, ethanol 추출은 상온교반 방식으로 진행하였다. 총 추출시간은 환류냉각 방식 6시간, 상온교반 방식의 경우 12시간이었고, 추출이 끝난 뒤 두 방식 모두 Advantech NO. 5A(Toyo Roshi Kaisha) 여지를 사용하여 감압여과하였다. 각 여과액의 용매는 회전식 증발농축기를 사용하여 제거하였고, 추출에 사용된 동일한 용매를 사용하여 일정한 부피가 되도록 정용하였다. 추출수율은 추출 농축물 10 mL를 105℃에서 가열건조 후 고형분량을 측정하였고, 추출물 mL당 g으로 환산한 다음 아래 계산식을 통해 수율로 나타내었다.

$$\text{수율(\%)} = \frac{\text{고형분의 농도 A(g/mL)} \times \text{추출물의 총 부피 B(mL)}}{\text{사용된 시료 무게 S(g)}} \times 100$$

### 추출물의 항산화능 평가

추출물의 항산화능 평가는 Biovisiton사(Milpitas, CA, USA)의 total antioxidant capacity colorimetric assay kit를 사용하여 매뉴얼에 준해 측정하였다. 이 방법은 시료가 산화 구리이온을 환원시키는 능력을 원리로 측정하는 것으로, trolox를 0-20 nmol 농도로 조제한 뒤 측정하여 얻은 값을 x축 농도, y축 흡광도로 하여 얻은 1차 함수식에 평가된 시료의 흡광도 값을 대입하여 시료 g 당 trolox에 상응하는 항산화능(mmol trolox equivalent antioxidant capacity/g)으로 나타내었다.

### 추출물의 지질산패 억제 효과 측정

추출물이 동결건조 닭곰팡이 블록의 주요 지질성분의 산패를 억제할 수 있는지 알아보기 위해 블록 내 주요 지질성분인 단일 불포화 지방산 oleic acid (80%, Kanto chemical, Tokyo, Japan)와 다중 불포화 지방산 linoleic acid (58-74%, 약 18-32% oleic acid 포함, Sigma-Aldrich)에 녹차 50% 에탄올 추출물(50% ethanol extract from green tea, 이하 GT50)을 첨가한 후 가열처리 시 지방산의 산패 억제효과를 측정하여 평가하였다. 각 지방산 5 g에 추출물 GT50이 7.5-120.0 mg%가 되도록 첨가, 혼합하였다. L-Ascorbic acid(vitamin C, Sigma-Aldrich)는 탈이온수에 용해시킨 뒤 에탄올로 희석하여 지방산에 첨가하였고, α-tocopherol(vitamin E, Sigma-Aldrich)은 직접 지방산에 첨가하였다. L-Ascorbic acid와 α-tocopherol의 첨가농도는 3.3-30.0 mg%이었다. 각 시료는 90℃ 수욕조에서 24시간 동안 반응시켰고, 3시간 간격으로 샘플링하여 Choi 등(2015)의 방법에 따라 thiobarbituric acid(TBA)값을 측정하였다. TBA값은 malondialdehyde bis(MDA, Sigma-Aldrich) 표준용액을 사용하여 시료와 동일한 방법으로 측정 후 시료 kg 당 MDA에 상응하는 mg 값으로 환산하여 나타내었다.

### 통계처리

실험 결과는 통계분석용 프로그램인 IBM SPSS Statistics 20(IBM, Armonk, NY, USA)을 사용하여 평균과 표준편차로 나타내었다. 두 집단 간 평균치 분석은 독립 T 검정을 수행하여 p<0.05 수준에서 유의차 검증을 실시하였고, 세 집단 이상의 평균치 분석은 one-way ANOVA 방법에 따라 실시하였으며, 평균값 사이 유의성 검증은 Turkey test(p<0.05)를 사용하였다(Han, 1999).

## 결과 및 고찰

### 추출물 수율

녹차를 비롯한 6종 소재 분말로부터 열수 및 에탄올을 사용하여 총 15종의 추출물을 제조하였고, 각 추출물의 수율을 Table 1에 나타내었다. 신선초와 녹차 추출물의 수율은 20.67-34.24%와 22.87-27.23%로 각각 나타나 다른 원료 추출물에 비해 높았고, 딜씨드 추출물의 수율(11.41-16.60%)은 비교적 낮았다. 추출용매에 따라 신선초와 들깨잎 50% 에탄올 추출물(A50, PL50)을 제외한 모든 시험구에서 열수방식이 에탄올 상온추출에 비해 상대적으로 높은 수율을 보였다.

### 추출물의 항산화능

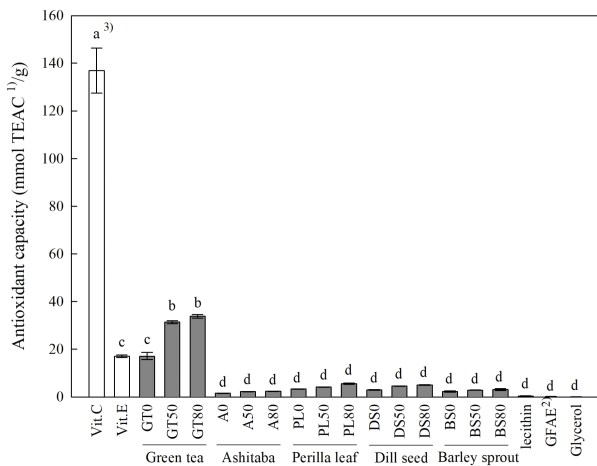
추출물의 항산화능은 시료가 산화 구리이온을 환원시키는 능력을 원리로 측정하는 것으로, 강력한 항산화제인 trolox와

**Table 1. Extraction yields of green tea, ashitaba, perilla leaf, dill seed and barley sprout obtained under different conditions**

	Solvent	Heat treatment	Abbreviation	Concentration (g/100 mL, liquid)	Yield (% w/w)
Green tea (Leaf from <i>Camellia sinensis</i> )	DW	○	GT0	4.08±0.01 <sup>b1)</sup>	27.23±0.09 <sup>b</sup>
	50% EOH	×	GT50	3.46±0.60 <sup>c</sup>	23.06±0.22 <sup>c</sup>
	80% EOH	×	GT80	3.43±0.34 <sup>c</sup>	22.87±2.24 <sup>c</sup>
Ashitaba (Leaf from <i>Angelica keiskei</i> )	DW	○	A0	4.66±0.01 <sup>a</sup>	31.05±0.10 <sup>a</sup>
	50% EOH	×	A50	5.14±0.09 <sup>a</sup>	34.24±0.60 <sup>a</sup>
	80% EOH	×	A80	3.10±0.03 <sup>cd</sup>	20.67±0.19 <sup>cd</sup>
Perilla leaf (Leaf from <i>Perilla frutescens</i> )	DW	○	PL0	2.76±0.03 <sup>d</sup>	18.38±0.22 <sup>de</sup>
	50% EOH	×	PL50	2.80±0.00 <sup>d</sup>	18.66±0.02 <sup>de</sup>
	80% EOH	×	PL80	2.01±0.11 <sup>e</sup>	13.39±0.72 <sup>fg</sup>
Dill seed (Seed from <i>Anethum graveolens</i> )	DW	○	DS0	1.66±0.02 <sup>e</sup>	16.60±0.23 <sup>ef</sup>
	50% EOH	×	DS50	1.72±0.05 <sup>e</sup>	11.47±0.12 <sup>g</sup>
	80% EOH	×	DS80	1.71±0.10 <sup>e</sup>	11.41±0.13 <sup>g</sup>
Barley sprout (Sprout from <i>Hordeum vulgare</i> )	DW	○	BS0	2.14±0.31 <sup>e</sup>	21.42±3.11 <sup>cd</sup>
	50% EOH	×	BS50	2.05±0.27 <sup>e</sup>	13.67±1.80 <sup>fg</sup>
	80% EOH	×	BS80	1.83±0.08 <sup>e</sup>	12.19±0.51 <sup>g</sup>

Data expressed as the mean±SD of triplicate determinations.

<sup>1)</sup>The different small letters indicate significantly different values in each the vertical column ( $p < 0.05$ ).



**Fig. 1. Antioxidant capacities of the extracts from green tea, ashitaba, perilla leaf, dill seed and barley sprout with deionized water or ethanol.**

Data expressed as the mean±SD of triplicate determinations.

<sup>1)</sup>Trolox equivalent antioxidant capacity.

<sup>2)</sup>Glycerol fatty acid ester.

<sup>3)</sup>The different small letters indicate significantly different values ( $p < 0.05$ ).

동등한 효능을 나타내는 양(mmol trolox equivalent capacity/g)으로 환산하여 나타내었다(Fig. 1). 추출물의 항산화능을 비교하기 위해 vitamin C(L-ascorbic acid) 및 vitamin E( $\alpha$ -tocopherol)를 비교물질로 사용하였다. Vitamin C가 가장 높은 항산화능을 나타내었고, 추출물 가운데에서는 녹차 에탄올 추출물 2종(GT50, GT80)이 유의적으로 높게 나타났다( $p < 0.05$ ). 이 두 추출물의 활성은 vitamin C보다는 낮았지만, vitamin E보다 약 1.5배 이상 높았다. 동결건조 즉석국은 제조(배합)과정에서 배합물 기준 약 60-80%에 해당하는 정제수를 사용하므로 함유되어 있는 지질성분과 잘 반응하기 위해서는 수용화 및 적절한 유화력이 필요하다. 두 추출물간의 항산화능과 수율 차이는 없었고( $p < 0.05$ ), 배합물과의 수용화를 고려할 때 에탄올 사용량이 적어 극성도가 높을 것으로 예상되는 추출물 GT50을 지질산패 억제 조성물의 베이스로 선택하였다. 유화제로 사용될 대두레시틴(lecithin), 글리세린 지방산 에스테르(glycerol fatty acid ester, GFAE) 및 글리세롤(glycerol)의 항산화능은 거의 없는 것으로 나타났다.

유화제 사용 시 추출물 GT50의 항산화능에 미치는 영향을 알아보기 위해 추출물 GT50에 일반적으로 식품가공 시 사용

되는 대두레시틴, 글리세린 지방산 에스테르, 글리세롤을 선택하여 추출물 대비 1:0.1-1:1(w/w) 비율 범위로 첨가한 후 항산화능을 측정하였다(Fig. 2). 추출물 GT50과 대두레시틴 1:0.25(w/w) 비율 조합에서 항산화능이 유의적으로 감소( $p<0.05$ )한 것 이외의 사용된 유화제 모두 추출물 GT50의 항산화능에 영향을 미치지 않았다. 그러나, 유화력이 폐놀화합물의 지질산패 억제 및 항산화능에 영향을 미친다는 Richards 등(2002)의 보고와 같이 향후 제조공정에 적용 시 지질성분과 잘 반응하여 항산화능을 발휘할 수 있는지 검토하는 연구가 필요한 것으로 사료된다.

### 적용대상 식품의 구성성분 특성

지질산패 억제 조성물 적용을 위한 식품모델로 즉석식품류 가운데 동결건조 닭곰탕 블록을 선택하였다. 제조공정은 소스베이스와 바인더(전분)류 가수 혼합, 열처리, 원·부재료 혼합, 냉각 및 성형, 급속동결, 동결건조, 탈판 및 포장 등을 포함한다. 동결건조 방식은 원재료의 복원성이 뛰어나고 수분제거로 인해 미생물 증식을 억제함으로써 저장성이 좋아 간편식 제조에 많이 응용되고 있다. 그러나, 동결건조 간편식 제조시 지질성분이 높은 동물성 소재를 활용할 경우, 보관 중 지질산패가 일어나는 문제점이 있다(Rahman 등, 2009).

동결건조 닭곰탕 블록에 적합한 지질산패억제 조성물 제조를 위해 블록의 지질함량, 지방산 조성을 비롯한 구성성분 특성을 분석하였다. 동결건조 닭곰탕 블록은 수분 함량 3.13%, 회분 함량 11.72%, 조단백질 함량 31.40%, 조지질 함량

3.47%로 구성되어 있었고(Table 2), pH는 6.24, 식염 함량은 7.80%로 나타났다. 탄수화물이 대부분을 차지하였고, 지질 함량은 비교적 낮았다. 블록 총 지질의 지방산 분석결과는 Table 3과 같다. 불포화 지방산의 구성 비율이 포화지방산에 비해 높았고, 주요 지방산은 oleic acid(39.0%), palmitic acid(24.4%), linoleic acid(14.7%) 등으로 나타났다.

### 추출물의 지질산패 억제 효과

추출물 GT50이 실제 지질성분의 산패를 억제할 수 있는지 평가하기 위해, 동결건조 닭곰탕 블록의 주요 지방산으로 나타난 단일 불포화지방산 oleic acid와 다중 불포화지방산 linoleic acid 각각에 추출물을 첨가하고, 지속적인 열처리조건(90°C, 대기압) 하에서 시간에 따른 두 지방산에 대한 외관 변화를 관찰하였다(Fig. 3). 불포화지방산이 포화지방산에 비해 산화가 쉽게 일어나고, 산화적 지질산패는 구성하는 지방산의 탄소중합도, 불포화도 등 구조적인 차이에 따라 다른 속도로 진행되며, 외부 환경인자인 활성산소에 의해 일어나고, 빛, 열, 금속이온 등에 의해 가속화된다(Rege 등, 2015; Shahidi and Zhong, 2010). 열처리 24시간째 외관은 0시간대 외관과 비교할 경우, linoleic acid가 oleic acid보다 열에 불안정하여 갈변화가 심하게 일어난 것을 관찰할 수 있다. Linoleic acid에 비교 물질 vitamin E(지방산의 30 mg%, w/w)를 처리할 경우, 열처리 12시간째부터 갈변화가 심화된 반면, 추출물 GT50과 vitamin C는 동일시간대 비교적 안정한 것으로 나타났다.

지질산패는 열적 가수분해, 산화, 미생물, 효소 등 다양한 경로로 유발된다. 열과 수분에 의한 지질의 가수분해 및 esterase와 phospholipase로 인한 지질산패 경로는 glycerol과 fatty acid 사이 ester 결합이 끊어지면서 발생되며, 활성산소

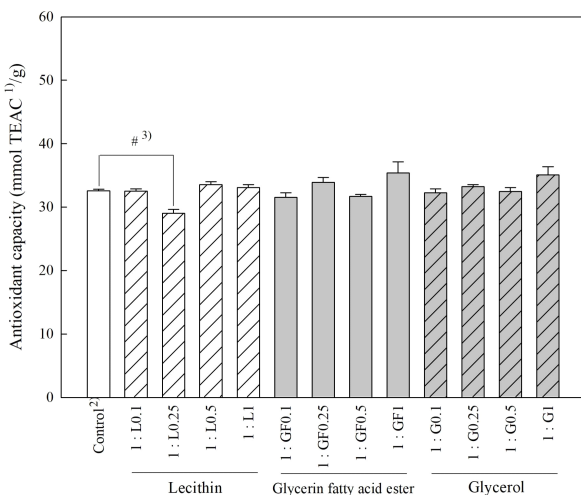


Fig. 2. Effects of emulsifiers on antioxidant capacity of 50% ethanol extract from green tea (GT50).

Data expressed as the mean±SD of triplicate determinations.

<sup>1)</sup>Trolox equivalent antioxidant capacity.

<sup>2)</sup>GT50 extract alone (1:0).

<sup>3)</sup>The special character indicates significantly different value with control ( $p<0.05$  vs. control).

Table 2. Proximate composition and properties of freeze-dried chicken soup

Component	Freeze-dried chicken soup
Moisture (%)	3.13±0.04
Crude protein (%)	31.40±1.76
Crude lipid (%)	3.47±0.16
Ash (%)	11.72±0.03
Carbohydrate (%) <sup>1)</sup>	50.29±1.66
Properties	
pH	6.24±0.02
Salt (%)	7.80±0.05

Data expressed as the mean±SD of triplicate determinations.

<sup>1)</sup>Carbohydrate (%) = 100% - (moisture % + ash % + crude protein % + crude lipid %).

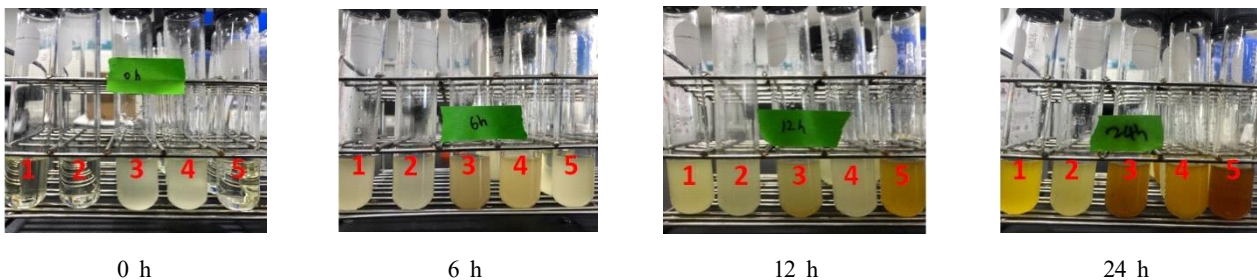
**Table 3. Fatty acid composition of total lipid from freeze-dried chicken soup**

Common name	Carbon number	Ratio (%) <sup>1)</sup>	mg/g TL <sup>2)</sup>
Myristic acid	C14:0	0.8	6.4
Palmitic acid	C16:0	24.4	182.8
Stearic acid	C18:0	7.0	52.3
$\Sigma$ Saturates		32.3	241.5
Palmitoleic acid	C16:1n7	5.8	43.5
Oleic acid	C18:1n9	39.0	291.3
Vaccenic acid	C18:1n7	2.5	18.8
Paullinic acid	C20:1n7	0.6	4.1
$\Sigma$ Monoenes		47.8	357.8
Linoleic acid	C18:2n6	14.7	110.3
$\alpha$ -Linolenic acid	C18:3n3	0.9	6.6
Dihomo-linoleic acid	C20:2n6	0.4	3.3
Dihomo- $\alpha$ -linolenic acid	C20:3n3	1.4	10.5
$\Sigma$ Polyenes		17.5	130.7
$\Sigma$ Unknown		2.4	17.9
Total		100.0	747.85

Data expressed as the mean (n=2).

<sup>1)</sup>Ratio in the total fatty acids.

<sup>2)</sup>Milligram fatty acid in gram total lipid.

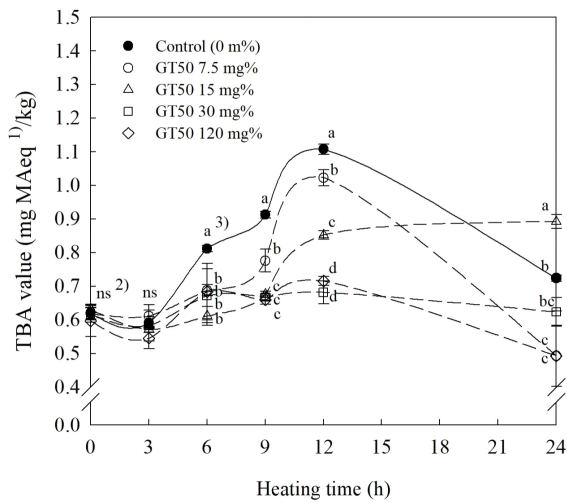
**Fig. 3. Changes in the appearances of linoleic acid or oleic acid treated with antioxidant candidates according to heating times.**

1, linoleic acid; 2, oleic acid; 3, linoleic acid + GT50 30 mg%; 4, linoleic acid + vitamin C 30 mg%; 5, linoleic acid + vitamin E 30 mg%.

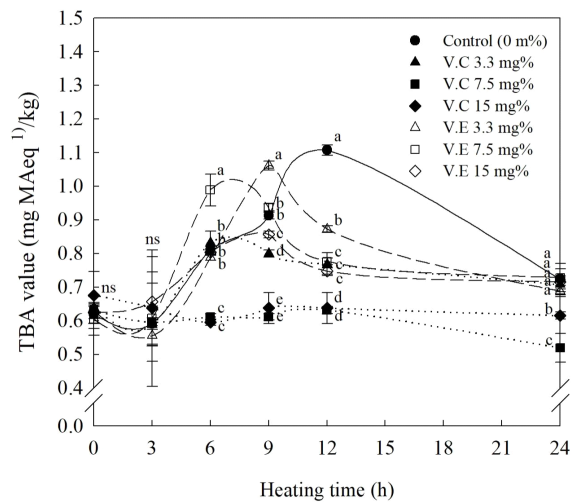
로 인한 지질의 자동산화는 지방산의 구조변화로 peroxide 화합물과 aldehyde, ketone, alcohol 등이 생성될 수 있고, lipoxigenase와 같이 *cis* 형 불포화지방산에 한정적으로 작용하여 과산화물을 생성하는 산화도 있다(Chae 등, 2005). 동결 건조 닭곰탕 블록의 경우, 제조과정에서 바인더(전분류 등을 호화시키기 위한 고온 열처리를 진행하는데, 이 때 지질의 열적 가수분해 경로로 인한 산패로 유리지방산이 생성될 수 있고, 보관 중 산소노출로 인해 자동산화, 보관온도에 따라 산

화적 지질산패가 가속화 될 수 있다.

추출물 GT50의 유효처리능도를 판단하기 위해, oleic acid 보다 불포화도가 높아 상대적으로 산화가 잘 유발되는 linoleic acid를 선정하여 추출물 GT50, vitamin C 및 vitamin E를 농도별로 각각 첨가 후 지속적인 열처리조건(90℃, 대기압) 하에서 경시적인 TBA값을 측정하였다(Fig. 4). 대조구인 linoleic acid는 열처리 6시간째부터 TBA값이 급격하게 높아지면서 12시간대 최고 수치에 도달하였고, 이후 갈변물질(중합체)을



(A) Inhibitory effect of GT50 extract



(B) Inhibitory effects of vitamin C and vitamin E

**Fig. 4. Inhibitory effect of 50% ethanol extract from green tea (GT50) on the oxidation of linoleic acid with heat treatment.**

Data expressed as the mean±triplicate determinations.

Heat treatment was conducted at 90°C.

<sup>1</sup>Malondialdehyde equivalent value.

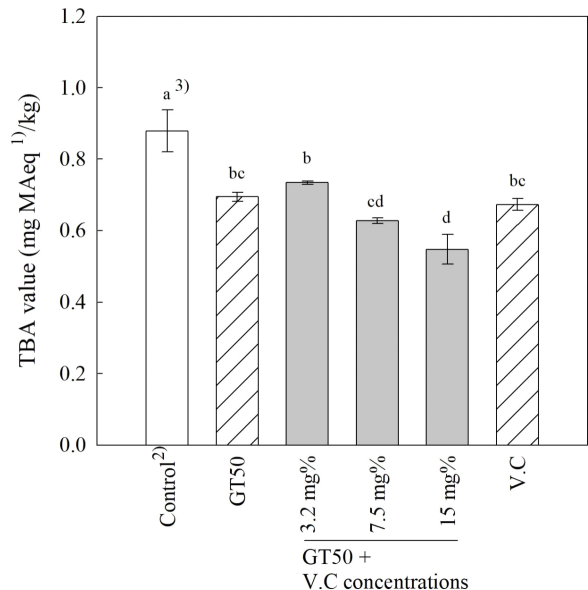
<sup>2</sup>No significance at p<0.05.

<sup>3</sup>The different small letters indicate significantly different values in each heating time (p<0.05).

형성하면서 낮아지는 경향을 보였다. 그에 반해, 추출물 GT50은 약 30 mg%, 비교물질인 vitamin C는 7.5 mg% 이상의 처리농도에서 24시간 동안 열처리에 의한 linoleic acid의 산패를 효과적으로 억제하는 것으로 나타났다. Vitamin E의 경우, 15 mg% 농도까지 거의 효과가 없었다. 추출조건은 상이하지만, 여러 연구에서 녹차 추출물의 항산화 성분이 지질산패 억제에 효과적으로 나타난 바 있다. Kang 등(2007)은 녹차 열수추출물이 불포화지방산이 고함유된 멸치유의 지질산화를 효과적으로 억제한다고 하였고, Nam 등(2011)은 녹차 열수추출물을 처리한 염장고등어가 저장기간에 따라 미처리 대조군에 비해 낮은 TBA값을 보인다 하였다. Yang 등(1999)은 녹차 추출물의 항산화 성분에 의한 지질산화 억제효과로 조미오징어의 저장 중 TBA값을 낮추는데 효과적이다 보고 하였다.

**기존 항산화제와 조합 시 지질산패억제 상승효과**

Fig. 5는 추출물 GT50과 vitamin C를 병행 처리할 경우 linoleic acid 산패 억제에 대한 상승효과를 평가한 결과이다. 대기압 90°C에서 linoleic acid의 TBA값이 상승한 6시간 처리 기준, 추출물 GT50(지방산의 30 mg%) 또는 vitamin C(지방산의 15 mg%)를 단독 처리할 경우 두 물질은 비슷한 수준의 산패억제 효과를 나타내었고, GT50 30 mg%에 vitamin C를 15 mg% 병행 처리 시 단독 처리일 때보다 산패억제 효과가 유의적으로 상승되었다(p<0.05). Rege 등(2015)은 해바



**Fig. 5. Synergistic inhibitory effect of 50% ethanol extract from green tea (GT50) and vitamin C (V.C) on the oxidation of linoleic acid.**

Data expressed as the mean±triplicate determinations.

The concentrations of GT50 extract in all the groups except for control and V.C were 30 mg%, and the concentration of vitamin C in V.C was 15 mg%.

<sup>1</sup>Malondialdehyde equivalent value.

<sup>2</sup>Linoleic acid.

<sup>3</sup>The different small letters indicate significantly different values (p<0.05).

라기 정제유와 유화제(polyglycerol polyricinoleate-tween 80)로 제조한 유중수적형 에멀전 모델에서 5 ppm 수준의 ascorbic acid가 보관 중 생성된 과산화물(hydroperoxide)을 소거하는 것으로 나타낸 바 있고, 이는 과산화물이 지질보다 높은 극성을 가지므로 수분층의 음이온성 ascorbate에 의해 안정한 화합물로 변환되어 지질 자동산화의 전파반응을 억제하기 때문이라 하였다.

## 요 약

본 연구는 동물성 소재를 활용한 동결건조 간편식품의 지질산패를 억제할 수 있는 조성물을 제조하기 위해 수행되었다. 식물성 소재로부터 다양한 추출물을 제조하였고, 항산화능을 평가한 뒤 우수한 소재를 선별하여 기존 항산화제와의 적절한 조합을 통해 조성물 비율을 도출하였다. 추출물의 수율은 용매와 추출방식에 따라 차이를 보였고, 신선초와 녹차 추출물의 수율이 다른 소재 추출물에 비해 높게 나타났다. 항산화능 평가에서 비교물질로 사용한 vitamin C가 가장 높게 나타났지만, 추출물 가운데에서는 녹차 에탄올 추출물 2종(GT50, GT80)이 유의적으로 높았다( $p < 0.05$ ). 비록 두 추출물의 능력은 vitamin C보다는 낮았지만, vitamin E보다 약 1.5배 높았다. 지질산패억제 조성물 적용을 위한 식품모델로 동결건조 닭곰탕을 선택하였고, 이것의 조지질 함량은 약 3.47%로, 불포화지방산이 포화지방산에 비해 높은 비율로 구성되어 있었다. 주요 지방산인 linoleic acid를 사용하여 지속적인 열처리 조건에서 추출물 GT50의 산패억제 효과를 시험하였다. 대조구인 linoleic acid는 열처리 6시간째부터 산패도가 급격하게 높아지면서 12시간대 최고 수치에 도달한 반면, 추출물 GT50과 vitamin C는 각각 약 30 mg%와 7.5 mg% 이상의 처리농도에서 24시간 동안 열처리에 의한 linoleic acid의 산패를 거의 억제하였다. 또한, 추출물 GT50 30 mg%에 vitamin C를 15 mg% 병행 처리 시 단독 처리일 때 보다 산패억제 효과가 유의적으로 상승되었다( $p < 0.05$ ). 결과를 종합해 볼 때, 동물성 소재를 활용한 동결건조 간편식품 제조 시 녹차 추출물 및 vitamin C를 병행하여 적정량 사용하는 것이 제품의 저장·유통 중 지질산패를 억제하는데 효과적일 것으로 생각된다.

## 감사의 글

본 연구는 중소벤처기업부와 한국산업기술진흥원의 “지역특화산업육성(R&D, S2896102)” 사업의 지원을 받아 수행된 연구결과물의 일부이며, 이에 감사드립니다.

## Conflict of interests

The authors declare no potential conflict of interest.

## ORCID

Joon-Young Jun <https://orcid.org/0000-0002-9559-7270>

Byoung-Mok Kim <https://orcid.org/0000-0001-6928-9576>

## References

- AOAC. Official Methods of Analysis, 17th ed, Official Method 950.46, 923.03, 976.05 and 991.36, Association of Official Analytical Chemists, Washington DC, USA (2005)
- AOCS. Official Methods and Recommended Practice, 5th ed, Fatty Acid Composition by GLC-marine Oils (Method Ce 1b-89), American Oil Chemists's Society Press, Champaign, IL, USA (1997)
- Chae SK, Kim SH, Shin DH, Oh HK, Lee SJ, Jang MH, Choi W. Food Chemistry, 3rd ed. Hyoil Books Publishing, Seoul, Korea, p 147-164 (2005)
- Choi YS, Sung JM, Jeon KH, Choi HW, Seo DH, Kim CJ, Kim HY, Hwang KE, Kim YB. Quality characteristics on adding blood levels to blood sausage. Korean J Food Cook Sci, 31, 741-748 (2015)
- Folch J, Lee M, Sloane SGH. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissue. J Biol Chem, 226, 497-509 (1957)
- Han HS. Statistic Data Analysis. Chungmungak Publishing, Seoul, Korea (1999)
- KAF & FTC. A Report for 2019 Market Status of Processed Food for Home Meal Replacement. Korea Agro-Fisheries & Food Trade Coporation (2019)
- Kang NE, Lee IS, Cho MS. Physicochemical and sensory quality characteristics of jelly prepared with various levels of resistant starch. J Korean Soc Food Sci Nutr, 19, 532-538 (2006)
- Kang ST, Yoo UH, Nam KH, Kang JY, Oh KS. Antioxidative effects of green tea extract on the oxidation of anchovy oil. J Agric Life Sci, 41, 47-53 (2007)
- Kim TK, Hwang KE, Choi HD, Sung JM, Jeon KH, Kim YB, Choi YS. Effects of natural antioxidants on quality of *Samgyetang* meat and broth. Korean J Food Cook



- Sci, 34, 476-483 (2018b)
- Kim TK, Ku SK, Sung JM, Kim YB, Kim HW, Choi YS. Effects of marination and superheated steam process on quality characteristics of *Samgyetang*. Korean J Food Cook Sci, 34, 155-162 (2018a)
- Lee SJ, Lee MA, Yang IS, Lee HY. Possibility analysis of a rice based bread by analyzing customers' needs of menus for school food service. Korean J Community Nutrition, 14, 545-555 (2009)
- Lee YH, Kum JS, Ahn YS, Kim WJ. Effect of packaging material and oxygen absorbant on quality properties of *Yukwa*. Korean J Food Sci Technol, 33, 728-736 (2001)
- Maes C, Luyten W, Herremans G, Peeters R, Carleer R, Buntinx M. Recent updates on the barrier properties of ethylene vinyl alcohol copolymer (EVOH): A review. Polym Rev, 58, 209-246 (2018)
- Mariutti LRB, Bragagnolo N. Influence of salt on lipid oxidation in meat and seafood products: A review. Food Res Int, 94, 90-100 (2017)
- MFDS. Korea Food Code. Ministry of Food and Drug Safety. [http://www.foodsafetykorea.go.kr/foodcode/01\\_03.jsp?idx=308](http://www.foodsafetykorea.go.kr/foodcode/01_03.jsp?idx=308) (accessed May 3 2020)
- Nam KH, Jang MS, Lee DS, Yoon HD, Park HY. Effect of green tea and lotus leaf boiled water extracts treatment on quality characteristics in salted mackerel during storage. Korean J Food Preserv, 18, 643-650 (2011)
- Rahman MS, Al-Belushi RM, Guizani N, Al-Saidi GS, Soussi B. Fat oxidation in freeze-dried grouper during storage at different temperatures and moisture contents. Food Chem, 114, 1257-1264 (2009)
- Rege S, Momin S, Bhowmick D. Effect of ascorbic acid on the oxidative stability of water-in-oil emulsion in the presence of lipophilic antioxidants. Int J Food Prop, 18, 259-265 (2015)
- Richards MP, Chaiyasit W, McClements DJ, Decker EA. Ability of surfactant micelles to alter the partitioning of phenolic antioxidants in oil-in-water emulsions. J Agric Food Chem, 50, 1254-1259 (2002)
- Shahidi F, Zhong Y. Lipid oxidation and improving the oxidative stability. Chem Soc Rev, 39, 4067-4079 (2010)
- Witte VC, Krause GF, Bailey ME. New extraction method for determining 2-thiobarbituric acid values of pork and beef during storage. J Food Sci, 35, 582-585 (1970)
- Yang SY, Kim DS, Oh SW, Bang HA. Anti-browning activities of green tea water extracts on seasoned squid. Korean J Food Sci Technol, 31, 361-367 (1999)