

추출방법에 따른 청각 및 모과 추출물의 항균활성 및 기능성

김민선¹, 김규민¹, 한동환¹, 고광욱², 김승영^{1*}

Antibacterial Activity and other Functions of *Codium fragile* and *Chaenomeles sinensis* Extracts by Extraction Method

Min-Seon Kim¹, Kyu-Min Kim¹, Dong Hwan Han¹, Kwang-Wook Ko², and Seung-Young Kim^{1*}

Received: 16 April 2018 / Revised: 26 April 2018 / Accepted: 1 May 2018

© 2018 The Korean Society for Biotechnology and Bioengineering

Abstract: We have extracted *Codium fragile* in two ways: hot water extraction and alcohol extraction. We also have extracted dried fruit of chinese quince (*Chaenomeles sinensis*) with hot water. Antimicrobial activities of *Codium fragile* and *Chaenomeles sinensis* extracts were investigated using paper disc method and continuous sequential dilution method respectively. Total phenol and flavonoid contents were also measured. As a result, alcohol extracts of *Codium fragile* showed high antimicrobial activity and did not affect beneficial intestinal microorganisms. In addition, hot water extracts of *Chaenomeles sinensis* showed antimicrobial activity. These results suggest that alcohol extracts of *Codium fragile* and hot water extracts of *Chaenomeles sinensis* can be used as antimicrobial agents in various aspects. In addition, they exhibit high phenol content and are considered useful as functional materials.

Keywords: *Codium fragile*, *Chaenomeles sinensis*, antimicrobial

1. INTRODUCTION

식품의 부패나 변질 등의 주원인은 미생물의 오염에 의한 것

¹선문대학교 제약생명공학과

¹Department of Pharmaceutical Engineering & Biotechnology, Sunmoon University, Asan 31460, Korea
Tel: +82-41-530-2390, Fax: +82-41-544-2939
e-mail: sykim01@sunmoon.ac.kr

²(주)대호양행

²DaeHo Co., Ltd., Hwaseong18577, Korea

으로 식품의 저장 및 유통과정에서 유해 환경으로부터 식품의 위생과 오염을 방지하기 위해 식품 보존제를 직접 혹은 간접적으로 첨가하거나 용기 및 기구 등의 표면에 살균제나 소독제를 사용하는 방법이 이용되고 있다. 그러나 식품에 직접적으로 사용되는 화학적 합성 첨가물은 장기간 혹은 다량 노출 시 인체에 축적되어 부작용이 발생할 가능성이 높아 최근 소비자의 건강 지향적 욕구에 따라 식품첨가물 중 화학 합성 보존제에 대한 기피현상이 크게 나타나고 있다 [1,2]. 따라서 항균효과가 우수하거나 그 효과가 동등한 항균 물질이 함유된 천연자원을 이용한 인체 무해한 항균제의 개발이 절실하게 요구되어지고 있으며 식용식물, 약용식물 및 생약 등의 천연물로부터 유효한 활성성분을 추출하여 천연물 유래 식품 보존제를 개발하려는 연구가 활발히 진행되고 있다 [3]. 특히, 다양한 생리활성물질에 대한 관심이 증대되고 있는데, 항균 활성을 나타내는 천연물질 중 식품의 변질과 부패 등을 유발하는 미생물에 대하여 항균활성을 보이는 물질은 alkaloid, terpenoid, phenol 및 정유 성분과 같은 2차 대사산물이거나 그 유도체들로 알려져 있다 [4].

해조류는 비소화성 다당류가 다량 함유되어 있어 영양소로서의 큰 각광을 받지 못하여 왔으나, 예로부터 아시아 지역에서 널리 섭취해 왔으며, 영양학적으로 열량은 매우 낮으면서 비타민과 무기질, 식이섬유소가 풍부하고, 육식식물에 없는 비소화성의 점질성 다당류를 다량 함유하고 있으며, 채소류에 비하여 필수아미노산과 불포화지방산이 많다는 것이 특징이며 동북아시아의 전통의약품으로 널리 사용되고 있다 [5,6].

청각은 녹조식물문 청각과의 바닷말로 우리나라와 중국, 일본은 물론 필리핀과 하와이 등지에서 식용으로 널리 이용되고 있고 [7], 정약전의 ‘자산어보’에서 김치 맛을 돋우는 해

조로 소개되어 있으며, 본초강목, 동의보감, 식성본초, 식료본초 등의 고서에 기술되어있는 것을 미루어보아 오래전부터 청각을 식용으로 이용해 왔음을 알 수 있다. 또한 민간요법의 구충제로 이용되거나, 비뇨기 질환 및 수종치료에 이용되어 왔으며 [8], 청각 추출물에는 항생작용이 있는 acrylic acid, 항 응고 활성 물질 등이 함유되어 있을 뿐만 아니라, 항암 및 항 돌연변이 효과와 면역 활성, 항염증 활성 등이 있는 것으로 밝혀져 여러 분야에서 응용할 수 있는 유용해조이다 [9-12]. 다만, 항균 활성에 대한 연구는 거의 이루어지지 않았으며, 본 연구에서는 청각 추출물과 모과 추출물의 항균활성을 분석하고 청각 추출물 및 모과 추출물이 천연 항균제 또는 천연보존제로서 이용할 수 있는 소재인지 검토하고자 하였다.

2. MATERIALS AND METHOD

2.1. 시료 제조 방법

본 실험에서 사용된 청각 (*Codium fragile*)과 모과 (*Chaenomeles sinensis*)는 한결농산 (나주, 대한민국)에서 구입하였으며, (주)대호양행 (화성, 대한민국)으로부터 추출물을 받아 실험하였다. 청각 및 모과 추출은 부착물을 제거한 후, 깨끗한 담수로 씻어 실온에서 완전히 건조시켜 사용 하였다. 주정추출은 추출탱크에 건조한 청각 10 kg을 투입한 후 50% 주정을 청각 무게의 15배 무게로 첨가하여 70°C에서 4~10시간 동안 추출하였다. 또한 열수추출은 주정 대신 청각 무게의 15배의 정제수를 첨가하여 120°C에서 12시간 동안 추출하였다. 모과 추출물 역시 건조한 모과의 중량 대비 15배의 정제수를 사용하여 120°C에서 8~12시간 동안 2회 추출하였다.

2.2. 사용균주 및 배지

청각 추출물의 항균활성 실험에 사용된 균주는 *Streptococcus aureus* CCARM (0027, 0204, 0205, 3089, 3090, 3634, 3635, 3640), *Streptococcus aureus* ATCC 33591, *Kocuria rhizophila* NBRC 12708, *Bacillus subtilis* ATCC 6633, *Klebsiella pneumoniae* ATCC 10031, *Salmonella enterica* ATCC 14028, *Escherichia Coli* ATCC 25922, *Proteus hauseri* NBRC 3851으로 총 15종으로 서울대학교 오기봉 교수 (서울대학교, 대한민국)로부터 분양받아 Mueller-hinton broth (beef extract 2.0g/L, acid digest of casein 17.5g/L, soluble starch 1.5g/L, MHB, Thermo, USA)를 사용하여 37°C에서 16-18 h 배양하였다.

2.3. 디스크 확산법 (disc diffusion method)을 이용한 추출물의 항균활성

추출물은 멸균된 증류수를 이용하여 20 mg/mL 농도로 제조하였다. 추출물은 멸균된 paper disc (diameter 6 mm)에 20 μ L 씩 흡수시킨 후 무균상에서 건조하였다. 실험균주를 각각 최적 조건에서 배양한 후 그 생균수를 2×10^6 cfu/mL로 조정된 배양액을 0.5% agar가 첨가된 MHB 배지와 혼합시킨 후 1.5%

평판배지에 증층하였다. 증층한 배양액이 응고되면 추출물을 흡수한 paper disc를 표면에 밀착시켜 각각 최적 생육 조건에서 배양하였다. 청각과 모과 추출물 그리고 청각/모과 혼합액의 항균효과는 같은 방법으로 측정하였다. 배양이 완료된 후 paper disc 주위에 생성된 생육저해환 (clear zone)을 측정하여 항균 활성을 비교하였다.

2.4. ABTS 라디칼 소거능 측정

ABTS radical을 이용한 항산화능의 측정은 potassium persulfate와의 반응에 의해 생성된 ABTS free radical이 추출물 내의 항산화 물질에 의해 제거되어 radical 특유의 색인 청록색이 탈색되는 것을 이용한 방법으로 Van den Berg 등의 방법 [13]을 변형하여 측정하였다. ABTS 라디칼을 이용한 항산화능 시험은 7.4 mM ABTS 용액과 2.6 mM Potassium persulfate 용액을 24시간 암소에 방치하여 청록색의 ABTS 라디칼을 형성시킨 다음, 734 nm에서 흡광도값이 0.7이 되도록 희석하여 사용하였다. 이 용액에 시료 20 μ L를 가한 후 10분 동안 암반응하였으며, ABTS 라디칼 소거능은 시료 무첨가군 대비 흡광도 감소율로 나타내었다.

ABTS radical scavenging activity (%)

$$= [1 - (\text{시료첨가군} / \text{무첨가군})] \times 100$$

2.5. 총 페놀 함량 측정

청각 주정추출물과 모과 열수추출물의 총 페놀 함량은 Folin-Ciocalteu의 방법 [14]을 변형하여 분석하였다. 시료 70 μ L에 2 N Folin-Ciocalteu' phenol 시약 70 μ L를 첨가한 후 혼합하여 3분간 상온에서 반응시킨 후 2% (w/v) Na_2CO_3 용액을 70 μ L를 첨가하여 1시간 동안 반응시켰다. 반응액은 760 nm에서 흡광도를 측정하였고, 표준물질로 gallic acid를 사용하여 표준곡선 (standard curve)을 작성하였다. 함량은 mg gallic acid equivalents (GAE)/g 로 나타내었다.

2.6. 플라보노이드 함량 측정

총 플라보노이드 함량은 질산알루미늄법을 변형하여 비색정량하였다. 시료 100 μ L에 2% aluminium chloride hexahydrate 100 μ L를 첨가하여 상온에서 15 min 동안 반응한 후 430 nm에서 흡광도를 측정하여 총 플라보노이드 함량을 측정하였다. 추출물에 함유된 플라보노이드 함량은 quercetin을 이용하여 작성한 표준곡선으로부터 mg Quercetin equivalents (QE)/g 로 나타내었다.

3. RESULTS

3.1. 항균활성 효과 측정

Disc diffusion assay를 이용하여 15종의 유해균에 대한 청각 주정 추출물 (CFEE), 청각 열수 추출물 (CFWE)과 모과 주정 추출물 (CSEE), 모과 열수추출물 (CSWE)의 항균활성을 검

토하였다. Table 1에 나타난 것처럼, 청각 주정 추출물과 모과 열수 추출물은 시험된 균주에 대하여 높은 항균 활성을 나타내었으나, 일부 균주에 대하여 모과 열수 추출물이 높은 항균 활성을 가지는 것이 관찰되었다. 이는 청각 주정 추출물과 모과 열수 추출물이 동일한 물질에 대한 항균 활성을 나타내는 것이 아닌 각 추출물의 다른 화합물을 매개로 한 항균 활성을 나타내는 것을 시사하며, 이에 대한 항균 활성을 가지는 화합물의 연구는 보다 연구가 진행되어야 할 것으로 사료된다. 또한, 이 결과로 피부감염, 독소성 쇼크증후군, 폐혈증 등의 질병의 원인균인 *S. aureus* [15] 중 내에서도 strain 간의 항균활성 차이가 있음을 알 수 있었다. 이는 각 Strain의 특성에 따른 항균성을 가지는 소재의 민감도에 따른 차이에 기인하거나, 각 strain에서 다른 기작을 통하여 항균성을 나타내기 때문이라 사료되어진다. 이에 대한 각strain의 항균 기작에 대한 연구는 별도로 진행되어 각 strain에 대한 항균 활성 기작을 연구함은 흥미로운 주제가 될 것으로 사료된다. 본 실험의 결과로부터 청각 추출물과 모과 추출물의 식품의 보존제로서 활용성을 높이기 위해 항균활성이 높았던 청각 주정추출물과 모과 열수 추출물의 혼합액을 제조하여 항균활성 비교하였다. 혼합액은 청각과 모과 추출물을 1:1, 1:2 그리고 2:1의 비율로 조성하여 실험을 진행하였으며 결과는 Table 2에 나타내었다. 청각과 모과 추출물의 1:2 혼합물에서 가장 높은 항균 활성을 나타냈다. 본 연구에서 사용된 청각은 추출방법에

따라 항균활성이 큰 차이가 있음을 알 수 있었으며 질병을 일으키는 여러 병원성 미생물에 대해 항균활성을 나타내어 항균제로서의 이용가치가 충분하다고 판단된다.

3.2. 유산균 생육저해 측정 결과

본 연구에서는 인간의 장내에서 유익한 작용을 하는 유산균인 *Lactobacillus rhamnosus*와 *Lactobacillus reuteri* 두 종에 대해 앞서 언급한 결과에서 좋은 활성을 확인한 청각 주정 추출물이 장내 미생물에 미치는 영향과 더 나아가 그 외의 천연물인 모과와 혼합하였을 때 활성을 paper disc diffusion법을 통하여 알아보고자 하였다. *Lactobacillus rhamnosus*는 내산성, 및 내담즙, 열 안정성이 우수하며 높은 항균 활성을 나타낸다고 보고되어있고 [16,17], *Lactobacillus reuteri*는 포유동물의 장내에서 공통적으로 존재하며, 항균작용 [18,19] 등의 연구 보고가 있다. 청각 주정 추출물에 대한 두 유산균의 paper disc 결과는 Table 2에 나타내었다. 청각 주정 추출물과 모과 혼합액을 분주한 paper disc 주위에 clear zone이 생성되지 않은 것으로 보아 청각/모과 혼합물은 두 유산균의 생장에 어떠한 영향도 미치지 않는 것으로 파악되며, 이는 두 시료가 식품 보존제로 사용될 경우 장내 유익한 미생물에 악영향을 미치지 않을 것으로 간주된다. 더 나아가 다른 종의 장내 유익균에 대한 추가적인 생육저해 측정이 필요할 것으로 보인다.

Table 1. Antimicrobial activity of *Codium fragile* extract and *Chaenomeles sinensis* extract. (a) alcohol extract of *Codium fragile*, (b) hot water extract of *Codium fragile*, (C) alcohol extract of *Chaenomeles sinensis*, (d) hot water extract of *Chaenomeles sinensis*

Strains	a	b	c	d
<i>Streptococcus aureus</i> CCARM 3634 (MRSA)	++	+	+	++
<i>Streptococcus aureus</i> CCARM 3635 (MRSA)	++	+	++	++
<i>Streptococcus aureus</i> CCARM 3640 (MRSA)	++	+	++	++
<i>Streptococcus aureus</i> CCARM 3089 (MRSA)	-	-	-	++
<i>Streptococcus aureus</i> CCARM 0204 (MRSA)	+++	++	++	++
<i>Streptococcus aureus</i> CCARM 3090 (MRSA)	+	-	++	++
<i>Streptococcus aureus</i> ATCC 33591 (MRSA)	+++	+	++	++
<i>Streptococcus aureus</i> CCARM 0205 (MRSA)	+++	+++	+	+
<i>Streptococcus aureus</i> CCARM 0027 (MSSA)	+	-	+	++
<i>Kocuria rhizophila</i> NBRC 12708	-	+	++	++
<i>Proteus hauseri</i> NBRC 3851	++	+	+	+
<i>Salmonella enterica</i> ATCC 14028	-	+	+	++
<i>Escherichia coli</i> ATCC 25922	-	-	+	++
<i>Klebsiella pneumoniae</i> ATCC 10031	-	-	-	++
<i>Bacillus subtilis</i> ATCC 6633	-	-	+	+

(+++ ≥30 mm, ++ ≥20 mm, + ≥10 mm, - ≥10 mm)

Table 2. Antimicrobial activity of *Codium fragile* alcohol extract (CFEE), *Chaenomeles sinensis* hot water extract (CSWE) mixture

Strains	CSWE : CFEE = 1 : 1	CSWE : CFEE = 1 : 2	CSWE : CFEE = 2 : 1
<i>Streptococcus aureus</i> CCARM0205	+	+++	++
<i>Streptococcus aureus</i> CCARM0027	-	+	-
<i>Streptococcus aureus</i> CCARM0204	++	+++	+
<i>Streptococcus aureus</i> ATCC33591	+	+++	++
<i>Lactobacillus rhamnosus</i> KCTC 3237	-	-	-
<i>Lactobacillus reuteri</i> KCTC 3594	-	-	-

(+++ ≥30 mm, ++ ≥20 mm, + ≥10 mm, - ≥10 mm)

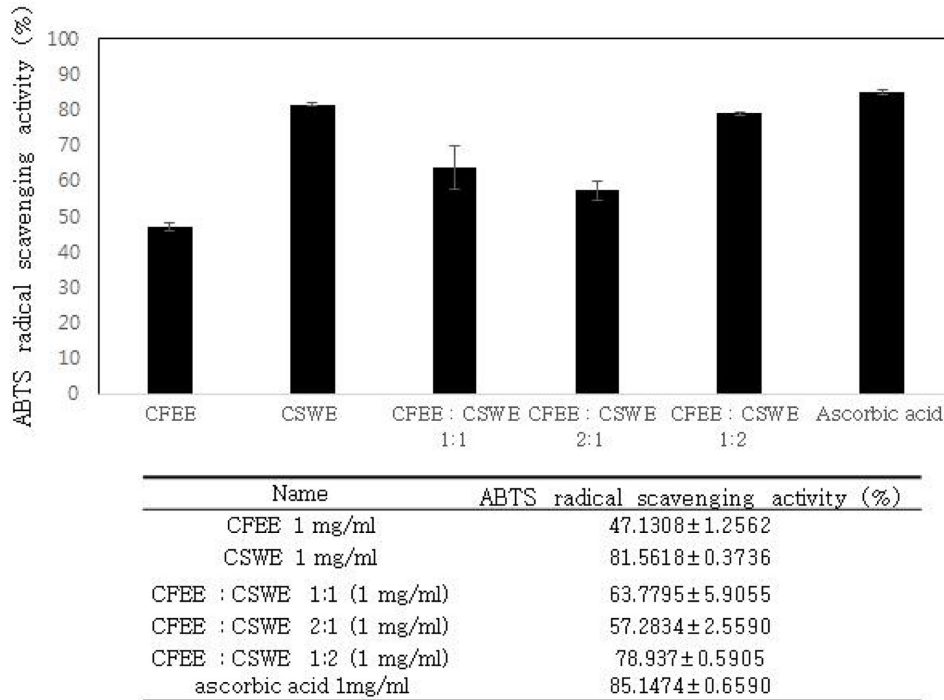


Fig. 1. ABTS radical scavenging activity of *Codium fragile* alcohol extract (CFEE), *Chaenomeles sinensis* hot water extract (CSWE) and mixture.

3.3. ABTS 라디칼 소거능

항산화 활성을 나타내는 기작은 이와 관련된 물질이 인체에서 노화 및 세포손상에 의한 질병의 원인이 되는 자유 라디칼 (free radical)을 소거하는 것이다. ABTS radical을 이용한 항산화능의 측정은 potassium persulfate와의 반응에 의해 생성된 ABTS free radical이 추출물 내의 항산화 물질에 의해 제거되어 radical 특유의 색인 청록색이 탈색되는 것을 이용한 방법이다. 청각 주정 추출물과 모과 열수추출물, 그리고 두 추출물의 혼합액의 항산화 효과를 측정하기 위하여 추출물과 양성 대조군인 ascorbic acid의 ABTS결과를 Fig. 1에 나타내었다. 추출물의 항산화 활성 정도를 비교하기 위하여 ascorbic acid를 추출물과 같은 농도로 측정한 결과 85%로 확인되었다. 청각 주정 추출물은 47%의 ABTS 라디칼 소거능을 나타내었으며, 모과 열수 추출물의 ABTS 라디칼 소거능은 81%로 양성대조군인 ascorbic acid 1 mg/mL의 ABTS 라디칼 소거능과 비슷한 높은 활성을 나타내었다. 또한, 혼합액에서는 청각/모과의 비율이 1:1, 2:1, 1:2에서는 ABTS 라디칼 소거능이 각각 63%, 57%, 78%로 측정되었다. 모과의 비율이 높아짐에 따라 제거능이 증가되는 것을 확인할 수 있었으며 모과 추출물이 ABTS 라디칼 소거에 탁월한 효과가 있음을 나타낸다.

3.4. 플라보노이드 함량 및 페놀 함량 측정 결과

폴리페놀 화합물은 flavonoids, anthocyanins, tannins, catechins, isoflavones, lignans, resveratrols 등을 총칭하며, 이들은 식물체에 다양 함유되어 있다 [20,21]. 폴리페놀에 존재하는 다

수의 히드록실기 (-OH)는 다른 화합물과 쉽게 결합하는 특성 때문에 항산화 효과 및 항암, 항염 효과가 좋다고 보고되어 있다 [22]. 플라보노이드 (flavonoids)는 폴리페놀에 포함되는 성분으로, 노란색 또는 담황색을 나타내는 페놀계 화합물의 총칭으로 자연계에 널리 분포하고 있으며 식물의 잎, 줄기 및 뿌리 등 여러 부위에 함유되어 있다고 알려져 있다 [23]. 본 연구에서는 청각 및 모과 추출물에 대한 플라보노이드 및 페놀 함량을 측정함으로써 다양한 기능성 효과를 기대할 수 있는지를 판단하고자 연구를 진행하였다. 그 결과를 Fig. 2에 나타내었는데 폴리페놀함량은 청각 주정추출물 64.1817 mg/g, 모과 추출물 118.183 mg/g으로 두 시료 모두 높은 함량을 보였다. 반면, 플라보노이드 함량은 청각 추출물 1.8 mg/g, 모과 추출물은 0.0097 mg/g으로 매우 낮은 함량이 관찰되었다. 이는 청각주정 추출물과 모과추출물이 페놀화합물 중 flavonoid 성분을 제외한 anthocyanins, tannins, catechins, isoflavones, lignans, resveratrols 등의 함량이 더욱 높은 것이라 판단되며, 이후 앞서 언급한 6종 성분의 함량에 대한 추가적인 연구가 필요할 것이라 사료된다.

4. DISCUSSION

본 연구에서는 열수 추출과 주정 추출 두 가지 방법을 이용하여 청각을 추출하였다. 추출물의 항균 활성은 disc diffusion 방법을 사용하여 실험하였다. 그 결과, 청각 열수 추출물보다

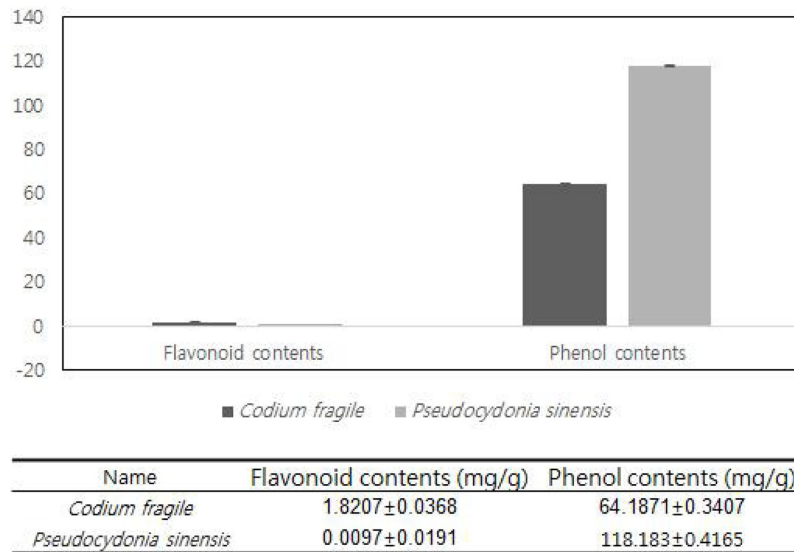


Fig. 2. Contents of total phenol and flavonoid in *Codium fragile* alcohol extract (CFEE), *Chaenomeles sinensis* hot water extract (CSWE).

주정 추출물에 대한 민감도는 시험 미생물에 따라 더 다르게 나타났으며, 반면에 모과는 열수 추출물이 시험 미생물에 따라 민감도가 높게 관찰되었다. 또한, 장내 유익균 2종에 대해 청각 추출물과 모과추출물 혼합액의 paper disc assay를 실시한 결과 두 종에 대하여 생육저해를 시키지 못하였다. 이는 장내 유익균에 영향을 미치지 않는다고 사료되며 추후 식품 보존제 등의 원료로 사용될 수 있음을 시사했다. 청각 주정 추출물과 모과 열수추출물, 그리고 두 추출물의 혼합액의 항산화 활성 결과 청각 주정 추출물은 47%의 라디칼 소거능을 나타냈었으며, 모과 열수 추출물은 81%로 양성대조군인 ascorbic acid의 소거능과 비슷한 높은 활성을 나타내었다. 혼합액에서는 모과의 비율이 높아짐에 따라 소거능이 증가되는 것을 확인하였다. 연구에 사용된 두가지 추출물에서 폴리페놀 함량을 측정된 결과, 두 추출물 모두 폴리페놀의 함량이 높게 나타났으며, 이는 폴리페놀의 중요한 기능 중 하나인 항산화 기능과 더불어 항균활성에 대한 기능 역시 알려져 있으며 [24], 이번 연구를 통하여 관찰된 높은 항균 활성과 연관이 있을 것으로 사료된다. 본 연구에서 확인된 항균 활성과 항산화 활성 결과로부터 청각 추출물 및 청각 모과 혼합액은 천연 보존제 및 천연 항산화제로의 이용 가능성을 확인하였으며 이는 추후 청각 및 모과를 이용한 식품 제조를 위한 기초자료가 될 것으로 기대하며, 다양한 기능성 효과를 지닌 천연 방부제 등으로서 활용 가치가 있다고 사료된다.

Acknowledgements

본 논문은 2017년 중소벤처 기업부 지역특화산업육성 (R&D) 기술개발사업 (R0005936)의 지원에 의해 수행되었으며 이에 감사드립니다.

REFERENCES

1. Yu, M. H., I. G. Chae, Y. T. Jung, Y. S. Jeong, H. I. Kim, and I. S. Lee (2011) Antioxidative and antimicrobial activities of methanol extract from *Rosmarinus officinalis* L. and their fractions. *Life Sci. J.* 21: 375-384.
2. Kim, J. Y., J. A. Lee, W. J. Yoon, D. J. Oh, Y. H. Jung, W. J. Lee, and S. Y. Park (2006) Antioxidative and antimicrobial activities of *Euphorbia jolkini* extracts. *Korean J. Food Sci. Technol.* 38: 699-706.
3. Kim, J. Y., W. J. Yoon, E. Y. Yim, S. Y. Park, Y. J. Kim, and G. P. Song (2011) Antioxidative and antimicrobial activities of *castanopsis cuspidata* var. *sieboldii* extracts. *Korean J. Plant Resour.* 24: 200-207.
4. Lee, S. G., S. H. Lee, and E. J. Park (2015) Antimicrobial and antioxidant activities of ethanol leaf extract of *Dendropanax moribiferus* Lev. *Korean J. Food Cook. Sci.* 31: 515-523.
5. Park, M. H., S. R. Kang, and M. H. Kim (2007) Effect of *Codium fragile* extract on collagen content and collagen cross-link formation in ovariectomized rats. *J. Life Sci.* 17: 931-936.
6. Kang, C. H., Y. H. Choi, S. Y. Park, and G. Y. Kim (2012) Anti-inflammatory effects of methanol extract of *Codium fragile* in lipopolysaccharide-stimulated RAW 264.7 cells. *J. Med. Food.* 15: 44-50.
7. Oh, Y. S., I. K. Lee, and S. M. Boo (1990) An annotated account of Korean economic seaweeds for food, medical and industrial uses. *Korean. J. Phycol.* 5: 57-71.
8. Chengkui, Z., C. K. Tseng, Z. Junfu, and C. F. Chang (1984) Chinese seaweeds in herbal medicine. *Hydrobiologia* 116: 152-154.
9. Kang, C. H., Y. H. Choi, S. Y. Park, and G. Y. Kim (2012) Anti-inflammatory effects of methanol extract of *Codium fragile* in lipopolysaccharide-stimulated RAW 264.7 cells. *J. Med. Food.* 15: 44-50.
10. Cho, K. J., Y. S. Lee, and B. H. Ryu (1990) Antitumor effect and

- immunology activity of seaweeds toward sarcoma-180. *Korean J. Fish. Aquat. Sci.* 23: 345-352.
11. Rogers, D. J., K. M. Jurd, G. Blunden, S. Paoletti, and F. Zanetti (1990) Anticoagulant activity of a proteoglycan in extracts of *Codium Fragile* sp. *atlanticum*. *J. Appl. Phycol.* 2: 357-561.
 12. Rogers, D. J. and R. W. Loveless (1991) Electron microscopy of human erythrocytes agglutinated by lectin from *Codium fragile* sp. tomentosoides and pseudohaemagglutinin from *Ascophyllum nodosum*. *J. Appl. Phycol.* 3: 83-86.
 13. van den Berg, R., G. R. Haenen, H. van den Berg, and A. A. L. T. Bast (1999) Applicability of an improved Trolox equivalent antioxidant capacity (TEAC) assay for evaluation of antioxidant capacity measurements of mixtures. *Food Chem.* 66: 511-517.
 14. Kujala, T. S., J. M. Lojonen, K. D. Klika, and K. Pihlaja (2000) Phenolics and betacyanins in red beetroot (*Beta vulgaris*) root: Distribution and effect of cold storage on the content of total phenolics and three individual compounds. *J. Agric. Food Chem.* 48: 5338-5342.
 15. Kim C. H., M. K. Kim, G. Y. Park, and M. J. Seo (2012). Isolation rate of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) from nasal cavity inferior regions and cellular phones. *Korean J. Clin. Laboratory Sci.* 44: 118-123.
 16. Havenaar, R., B. Ten Brink, and J. H. Huis (1992) *Selection of strains for probiotic use*, pp. 209-224. Springer, Dordrecht, NL.
 17. Klaver, F. A. and R. Van Der Meer (1993) The assumed assimilation of cholesterol by *Lactobacillus* and *Bifidobacterium bifidum* is due to their bile salt deconjugation activity. *Appl. Environ. Microbiol.* 59: 1120-1124.
 18. Axelsson, L., T. C. Chung, W. J. Dobrogosz, and S. E. Lindgren (1989) Production of a broad spectrum antimicrobial substance by *Lactobacillus reuteri*. *Microbial Ecol Health Dis.* 2: 131-136.
 19. Chung, T. C., L. Axelsson, S. E. Lindgren, and W. J. Dobrogosz (1989) *In vitro* studies on reuterin synthesis by *Lactobacillus reuteri*. *Microb. Ecol. Health Dis.* 2: 137-144.
 20. Urquiaga, I. N. E. S. and F. Leighton (2000) Plant polyphenol antioxidants and oxidative stress. *Biol. Res.* 33: 55-64.
 21. Dai, J. and R. J. Mumper (2010) Plant phenolics: Extraction, analysis and their antioxidant and anticancer properties. *Molecules* 15: 7313-7352.
 22. Lu, Y. and L. Y. Foo (2000). Antioxidant and radical scavenging activities of polyphenols from apple pomace. *Food Chem.* 68: 81-85.
 23. Kim, E. J., J. Y. Choi, M. R. Yu, M. Y. Kim, S. H. Lee, and B. H. Lee (2012) Total polyphenols, total flavonoid contents, and antioxidant activity of Korean natural and medicinal plants. *Korean J. Food Sci. Technol.* 44: 337-342.
 24. An, B. J. (2001) Effect of inhibition on glucosyltransferase and antimicrobial activity of polyphenol fraction of gallnut and red grape husk. *Korean J. Food Preserv.* 8:217-223.