

산사 발효액의 함유 성분 분석 및 소화 활성

박성진¹⁾ · 나영아[¶]

한림성심대학교 관광외식조리과¹⁾ · 을지대학교 식품산업외식학과[¶]

Component Analysis and Digestive Enzyme Activities of Fermented *Crataegi Fructus* Extracts

Sung-Jin Park¹⁾ · Young-Ah Rha[¶]

Dept. of Tourism Food Service Cuisine, Hallym Polytechnic University, Chuncheon, 200-711, Korea¹⁾,
Dept. of Food Technology and Services, Eulji University, Seongnam, Gyeonggi-do, 461-713, Korea[¶]

Abstract

Currently many studies aimed at enhancing efficacy of medicinal food on biological activity using bioconversion technology including fermentation process. In this study, the quality characteristics and antioxidative activity of fermented *Crataegi fructus* was investigated. The antioxidant activity of fermented *Crataegi Fructus* was assessed by various radical scavenging assays using DPPH (2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl), FRAP (Ferric ion reducing antioxidant power), Reducing power and ABTS (2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulphonic acid)). Moisture content of fermented *Crataegi Fructus* was 39.3±0.06%. Contents of crude ash, crude protein, and crude fat were 0.20±0.01, 1.77±0.04, and 1.40±0.59%, respectively. Moreover, the hunter's color values of fermented *Crataegi Fructus* were 79.24 (lightness), 1.58 (redness), and 31.25 (yellowness), respectively. Total phenolic contents of fermented *Crataegi Fructus* were 3,015±250 GAE µg/g. The antioxidative activities of fermented *Crataegi Fructus* significantly increased in a dose dependent manner. In addition, fermented *Crataegi Fructus* slightly (10.4%) inhibited α-glucosidase activity; however, there was no inhibitory activity against α-amylase. In terms of proteolytic activity, fermented *Crataegi Fructus* showed a strong activity than pancreatin (used as a positive control). These results indicate that fermented *Crataegi Fructus* can be used as a natural resource for material aiding digestion.

Key words: *Crataegi Fructus*, fermentation, antioxidant activity, quality characteristics, digestive enzyme activity, proteolytic activity

I. 서 론

경제의 급속한 발달로 우리의 생활은 예전에 비해 풍요로워졌지만 환경의 오염, 생활의 스트레스, 운동량 부족, 식습관의 변화로 인한 영양 불균형 등의 이유로 생활습관병을 포함한 각종 만

성질환이 급속히 늘어나고 있다(Yim JE *et al.* 1998; Han SM 2001). 또한 생활 및 의료 수준의 향상에 따라 고령화 사회로 진입하면서 식·의약의 섭취를 포함한 생활환경을 조절함으로써 노화를 지연시키고 질병을 예방하려는 국민 개개인의 요구 수준은 점점 높아져 가고 있는 실정이다. 만

¶ : Young-Ah Rha, 010-7758-7088, yana@eulji.ac.kr, 경기 성남시 수정구 양지동 성남대로 553

나영아 : 을지대학교 식품산업외식학과

성질환의 경우 현재까지는 의학적인 방법이 질병의 주된 치료 방법으로 이용되어 왔지만 치료의 한계성 및 치료약의 부작용 등으로 많은 제약을 받고 있으며, 한편으로는 식품의 유효성분에 의한 건강증진 및 질병예방 효과들이 여러 연구로부터 증명·보고되면서(Han HK·Lim SJ 1998; Hong JS *et al.* 1998) 섭취하는 식품이나 음식의 조절을 통해 생활습관에 의한 만성질환의 예방과 치료가 가능해지고 있다.

동의보감에 의하면 음식과 의·약은 그 근원이 같다고 보고 있으며 현대 영양학에서 다루는 열량과 5대 영양소의 개념 이외에 모든 식물(食物)을 기미론(氣味論)적 방법으로 그 성질과 효능을 규명하여 약리적 특징을 중요시하였다. 또한 최근에는 식품이 갖는 주요 기능 중 생리조절 기능이나 항산화 유지에 관여하는 기능 등에 대한 연구가 진행되면서(Kim PJ 2002) 이러한 기능을 갖는 식품은 건강증진, 질병의 예방이나 노화억제 등 인간의 건강을 증진하는데 중요한 역할을 한다고 판단하여 이런 성분들을 많이 함유하고 있는 식물자원에 관한 연구가 활발하며 우리나라에도 한약재를 포함한 생약을 이용한 연구가 진행되고 있다(Seo MW *et al.* 2003).

산사(山査, *Crataegi fructus*)는 우리나라 각지의 산야와 계곡에서 자생하는 산사나무(*Crataegus pinnatifida* BUNGE) 및 동속 근연식물의 성숙한 과실로서 장미과(Rosaceae)에 속하며 특유의 향긋한 냄새와 단맛 및 신맛을 가지고 있다. 산사는 건위, 소화, 수렴, 진통, 살균, 살충에 효능이 뛰어나고 숙취에도 좋은 효과가 있으며, triglyceride 대사(Kwon HJ *et al.* 2005) 능력을 좋게 하고 low-density lipoprotein (LDL) 대사(Chu CY *et al.* 2003)를 향상시키는 등 지질대사를 개선시키는데 뛰어난 효능이 있다. 또한 산사는 항산화 활성(Kim JS *et al.* 19930; Song JC *et al.* 2000)이 우수하고, 항염 효과(Min BS *et al.* 2004)가 뛰어나 천연항산화물질로서의 의약자원으로도 활용 가능성을 보여주고 있다. 또한 산사를 식품으로 사용

한 사례로는 전통음식인 산사차와 산사편이 있으나 실용화되어 있는 것은 매우 적으며, 산사의 생리활성을 감안하면 범용적으로 소비될 수 있는 식품으로서의 이용은 크게 부족한 상태이다(Shin SJ·Yoon HH 2012; Shin SJ·Yoon HH 2011).

약용식물은 풍부한 비타민과 무기질, 생리활성 물질들로 인한 효능을 인정받아 예로부터 한의학 및 민간요법에서 식품, 기호음료, 한방, 의학에서 널리 통용되어 왔다(Lee MK *et al.* 2004). 발효액은 약용식물에 당과 효소를 첨가한 후 자연 발효를 통해 제조된다. 이때 약용식물에 존재하는 여러 가지 활성 물질들이 효소화 되어 체내에서 소화 및 흡수되기 쉬운 형태로 전환된다(Lee HR *et al.* 2008). 또한 발효공정을 거치게 되면 미생물의 분해 작용을 통해 새로운 유기산 및 각종 분해산물과 활성 성분의 생성, 풍미향상, 독성의 감소 등과 같은 많은 장점을 가지며, 연구를 통하여 발효식품의 효능에 관한 연구결과들이 발표됨에 따라 발효식품의 인기가 점점 높아지고 있다(Kang JM *et al.* 1997).

최근 건강식품이 점차 확대되고 있는 반면에, 이들 약용 식물에 대한 식품학적 성분 분석 및 항산화 활성 등에 대한 연구는 아직 초기 단계에 불과하다. 따라서 본 연구에서는 발효 공정을 이용한 산사 발효액의 함유성분 분석 및 소화활성에 대한 기초자료를 제공하고자 산사 발효액의 일반 성분, 색도, 총 페놀함량 등의 품질특성을 분석하였고, 항산화 및 소화활성 효과를 알아보고자 실시하였다.

II. 재료 및 방법

1. 실험 재료

본 실험에 사용된 산사(5 Kg)는 강원도 춘천에서 채취한 것으로 세척 후 항아리에 담은 뒤, 설탕(5 Kg)을 첨가하여 상온에서 100일간 열매의 엑기스 및 성분을 침출시켰다. 그 후 거름망을 이용하여 여과한 여과액을 다시 100일간 자연 발효시

킨 후 함유성분분석에 사용하였으며, 항산화 활성 및 소화 효과 등을 측정하기 위하여 Whatman No. 2(Whatman Ltd., Maidstone, Kent, UK) 여과지를 이용하여 여과한 후, 회전진공농축기(EYELA N-1000, Tokyo, Japan)를 사용하여 40℃에서 감압농축하였다. 농축된 추출물들은 동결건조기(Modulyod-115, Thermo Electron Co, Waltham, MA, USA)를 이용하여 건조된 분말로 제조하여 시료로 사용하였다.

2. 산사 발효액의 품질 특성

산야초 발효액의 일반성분 분석은 AOAC법(AOAC 1995)에 준하여 실시하였다. 수분정량은 105℃ 상압가열건조법을 이용하였다. 조지방 정량은 diethyleter로 추출하는 Soxhlet으로, 조단백질은 semi-micro Kjeldahl법, 조회분은 550℃ 회화로를 이용한 건식회화법으로 각각 분석하였다. 모든 측정은 3회 반복하여 실시하였으며, 평균값 ± 표준편차로 나타내었다. 총 폴리페놀 함량은 Folin-Ciocalteu의 방법을 변형하여 측정하였다(Sato M *et al.* 1996). 즉, 산사 발효액을 1 mg/mL의 농도로 제조한 뒤, 2% sodium carbonate 용액 1 mL와 10% Folin-Ciocalteu's reagent 1 mL를 혼합하여 1시간 방치 후 Microplate Reader(Molecular Devices, Sunnyvale, CA USA)로 750 nm에서 흡광도를 측정하였다. 총 폴리페놀 화합물은 gallic acid를 이용하여 작성한 표준곡선($y = 15.851x + 0.0492$, $R^2 = 0.9992$)으로 부터 함량을 구하였다. 산사 발효액의 색도는 Minolta(CR-400, Co. Ltd, Osaka, Japan) 색차계를 이용하여 측정하였고, 색차값은 Hunter's value인 L값(명도), a값(적색도), b값(황색도)으로 나타내었다. 이 때 사용한 표준백색판의 명도, 적색도, 황색도는 각각 97.75, 0.49, 1.96이었다. 측정값은 시료를 3반복 측정하여 평균값 ± 표준편차로 나타내었다.

3. 산사 발효액의 항산화 활성

1) 전자공여능 측정

2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl radical (DPPH)는 free radical에 대한 시료의 항산화 효능을 확인하기 위하여 사용한다. 전자공여능 측정은 Kim 등(2002)의 방법을 변형하여 측정하였다. Ethanol에 용해시킨 4 mM DPPH 용액 0.8 mL에 시료 0.2 mL를 첨가하여 vortex mixer로 5초간 진탕하고 암소에서 10 min 동안 방치 후 Microplate Reader로 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 전자공여능은 다음 식에 의하여 DPPH free radical 소거능을 나타내었다.

전자공여능 (%)

$$= \left\{ 1 - \left[\frac{A_{\text{Experiment}} - A_{\text{Blank}}}{A_{\text{Control}}} \right] \right\} \times 100$$

2) FRAP 활성 측정

Benzie I & Strain J(1996)의 방법을 변형하여 Ferric ion reducing antioxidant power (FRAP) assay를 통한 산사 발효액의 항산화능을 측정하였다. Acetate buffer (pH 3.6, 300 mM) : 10 mM의 TPTZ (2,4,6-tripyridyl-s-triazine) : 20 mM FeCl₃ · 6H₂O를 10:1:1의 비율로 섞어 실험직전에 만들어 산사 발효액과 혼합하고 10분간 상온에서 보관 후 590 nm에서 흡광도를 측정하였다.

3) 환원력 측정 (Reducing power)

환원력의 측정은 Oyaizu(1986)의 방법을 변형하여 측정하였다. 시료 1 mL에 pH 6.6의 200 mM 인산 완충액 및 1%의 potassium ferricyanide를 각 1 mL씩 차례로 가하여 교반한 후 50℃의 수욕상에서 20분간 반응시켰다. 여기에 10% TCA (trichloroacetic acid) 용액을 1 mL 가하여 13,500×g에서 15 min 동안 원심분리하여 상등액 1 mL에 증류수 및 ferric chloride를 각 1 mL씩 혼합하여 700 nm에서 흡광도를 측정하였다. 환원력은 시료 첨가군과 대조군의 흡광도 비를 %값으로 환산하였다.

4) ABTS 라디칼 소거능 측정

2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulphonic acid) (ABTS) 라디칼 소거능 측정은 Roberta 등(1999)의 방법으로 측정하였다. 7.4 mM ABTS와 2.6 mM potassium persulphate를 제조한 후, 암소에 하루 동안 방치하여 양이온 (ABTS+)을 형성시킨 후, 734 nm에서 흡광도의 값이 1.5 이하가 되도록 희석하고 희석된 ABTS·+용액 1 mL에 시료 20 µL를 가하여 흡광도의 변화를 정확히 30분 후에 측정하였다. 항산화능은 시료를 녹인 용매인 Dimethyl sulfoxide(DMSO)를 대조군으로 하여 대조군에 대한 라디칼 소거능을 백분율로 나타내었다.

ABTS radical scavenging activity

$$= \left(1 - \frac{A_{\text{Test}}}{A_{\text{Control}}}\right) \times 100$$

4. 산사 발효액의 소화 활성

1) 단백질분해능 측정

단백분해능 측정은 Kwon 등의 방법에 따라 측정하였다(Kwon SK *et al.* 1998). 측정을 위한 기질 용액은 casein 0.6 g을 0.1 N NaOH 10 mL에 넣고 중탕하여 가열 용해시킨 후 0.1 N H₃PO₄를 가하여 pH 6.0으로 조정된 용액에 0.1 M phosphate buffer(pH 6.0) 20 mL을 가한 후 100 mL까지 증류수로 정용하여 사용하였다. Proteinase의 활성은 0.6 % casein 용액 0.2 mL에 산사발효물 0.2 mL을 넣고 37°C에서 10분간 두어 반응을 정시시켰다. 이를 원심분리(10,000 X g, 10분) 한 후 상등액 0.2 mL을 취하여 0.55 M Na₂CO₃ 5mL 및 폴린 용액 1 mL을 첨가하고 실온에서 15분간 발색시킨 다음 UV-visible spectrophotometer를 이용하여 660 nm에서 흡광도를 측정하였다. 효소활성단위는 1분간에 1µg의 tyrosine을 생성하는 효소의 양을 1 unit으로 하였으며, 효소역가는 (본반응 흡광도-Blank 흡광도) X 희석배수로 하였고, pancreatin(Sigma, USA)을 대조물질로 사용하여 활성을 비교하였다.

2) α-amylase 저해활성

10 mg/mL 농도의 산사발효물과 Porcine, Human 및 *Bacillus* 등 다양한 기원의 1.2 U/mL α-amylase 250 µL를 잘 혼합한 후 0.2 M potassium phosphate buffer (pH 6.8) 250 µL를 가하여 37°C에서 5분 동안 반응 시켰다. 반응액에 DNS (0.5 M NaOH, 1% 3,5-Dinitrosalicylic acid, 30% Rochelle salt) 시약 500 µL를 첨가하고 100°C에서 15분 동안 끓여 발색시킨 후 빠르게 냉각시켰다. 이 반응액에 3배의 증류수를 가하여 잘 교반한 후, UV-visible spectrophotometer를 이용하여 540 nm에서 흡광도 변화를 측정하고 저해율을 계산하였으며, 대조물질로 acarbose(Sigma, USA)를 사용하여 저해활성을 비교하였다(Lim CS *et al.* 2005).

3) α-glucosidase 저해활성

10 mg/mL 농도의 산사발효물과 1.5 U/mL α-glucosidase 효소액 50 µL 및 0.2 M potassium phosphate buffer (pH 6.8) 360 µL를 혼합하여 405 nm에서 흡광도를 측정한다. 실온에서 5분간 preincubation하고 5 mM pNPG (4-nitrophenyl-α-D-glucopyranoside) 50 µL를 가하여 실온에서 10분간 더 반응시킨 뒤 동일한 파장에서 흡광도를 측정하였고, 흡광도의 변화로부터 효소 조해활성을 계산하였다(Lim CS *et al.* 2005).

5. 통계분석

실험 결과는 SPSS package program(version 12.0)을 이용하여 평균±표준오차로 나타내었으며 각 군의 평균치간의 차이에 대한 유의성은 one-way ANOVA 분석을 수행하였고 평균값의 통계적 유의성은 p<0.05 수준에서 검증하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 산사 발효액의 품질특성

산사 발효액의 일반성분 분석 결과는 <Table 1>과 같다. 산사 발효액의 수분함량은 39.3%로

〈Table 1〉 Proximate composition and total phenolic content of fermented *Crataegi fructus* extracts

Sample	Moisture (%)	Crude ash (%)	Crude protein (%)	Crude fat (%)	Total phenolic content (GAE ¹⁾ µg/g)
Fermented <i>Crataegi fructus</i> extracts	39.3 ± 0.06 ²⁾	0.20 ± 0.01	1.77 ± 0.04	1.40 ± 0.59	3,015 ± 250

1) Gallic acid equivalent

2) Mean ± S.D

나타났고, 조지방은 1.40%, 조단백은 1.77%, 조회분은 0.20%의 수치를 나타내었으며, 산사 발효액에 존재하는 폴리페놀의 함량은 3,015 ± 250 µg/g으로 나타났다. 이러한 결과는 Lee YJ *et al.*(2012)의 산야초 발효액의 연구에서 폴리페놀의 함량은 1,185 µg/g로 본 연구의 폴리페놀 함량이 더 좋은 결과를 나타내었다. 산사 발효액의 색도 분석은 <Table 2>와 같다. 명도(Lightness)를 나타내는 L값은 100에 가까울수록 white를 나타내며, 적색도(redness)를 나타내는 a값은 +값의 경우 red를 나타내고 -값을 나타낼수록 green을 나타낸다. 한편, b값은 yellowness(황색도)로 +값일 경우 yellow를 -에 가까울수록 blue를 나타낸다. 색도 분석에서 L값은 79.24으로 나타났으며, a값과 b값은 각각 1.58과 31.28로 측정되었다.

2. 항산화능 측정

산사 발효액의 DPPH assay 결과는 <Fig. 1(a)>과 같다. 산사 발효액의 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 및 1.0 mg/mL의 농도에서 DPPH radical scavenging activity는 각각 27.07±0.6%, 28.50±0.29%, 29.00±0.67%, 29.93±0.60%, 32.30±0.63%으로 산사 발효액 추출물의 농도가 증가함에 따라 DPPH radical scavenging activity도 유의적으로 증가하는 것으로 나타났다.

FRAP 방법은 앞에서의 DPPH radical 소거 활

성 측정과는 메커니즘이 다른 항산화 검증법으로 DPPH 방법의 경우 free radical을 직접적으로 소거하는 것을 이용한 항산화 활성을 평가하는 방법인 반면, FRAP 방법은 산화 및 환원 반응을 이용한 측정방법이다(Student AK 1980). FRAP 방법으로 측정된 산사 발효액의 결과는 <Fig. 1(b)>와 같이 산사 발효액의 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 및 1.0 mg/mL의 농도에서 FRAP 활성은 각각 0.058, 0.057, 0.058, 0.054, 0.060 값으로 측정되었다.

환원력 측정은 700 nm에서 ferric-ferricyanide (Fe³⁺)혼합물이 수소를 공여하여 유리라디칼을 안정화시켜 ferrous(Fe²⁺)로 전환하는 환원력을 흡광도 값으로 나타낸 것으로 결과는 <Fig. 1(c)>와 같이 산사 발효액의 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 및 1.0 mg/mL의 농도에서의 환원력은 0.19, 0.20, 0.20, 0.20, 0.20의 값을 나타내었다.

ABTS법은 potassium persulfate와의 반응에 의해 생성된 ABTS·+이 시료 중의 항산화성 물질에 의해 제거되어 라디칼 특유의 청록색이 탈색되는 것을 이용하여 항산화력을 측정하는 방법으로 DPPH assay의 경우 자유라디칼을 소거하는 반면 ABTS는 양이온 라디칼을 소거하는 차이를 가지며, 두 기질과 반응물과의 결합정도가 달라져 라디칼 제거 능력의 차이를 보인다(Li H 2007; Jeong JW *et al.* 1994). ABTS radical 소거활성을 분석한 결과는 <Fig. 1(d)>와 같다. 산사 발효액의

〈Table 2〉 Hunter's color values of fermented *Crataegi fructus* extracts

Sample	L ¹⁾	a ²⁾	b ³⁾
Fermented <i>Crataegi fructus</i> extracts	79.24 ± 0.14	+1.58 ± 0.19	+31.28 ± 0.27

1) Lightness (L), 2) Redness (a), 3) Yellowness (b)

0.2, 0.4, 0.6, 0.8 및 1.0 mg/mL의 농도에서 ABTS radical scavenging activity는 각각 0.10%, 2.58%, 2.60%, 3.02, 5.07%로 유의적으로 증가하는 경향이 나타났다. 이와 같은 결과는 Lee YJ *et al.*(2012)의 산야초 발효액 연구에서 보다 낮은 항산화능을 나타내었지만, 항산화능을 평가하는 네 종류의 실험에서 산사 발효액의 경우 농도별로 항산화능이 유의적으로 증가하는 것으로 보아 항산화 효과가 있는 것으로 생각된다.

3. 산사 발효액의 소화 활성

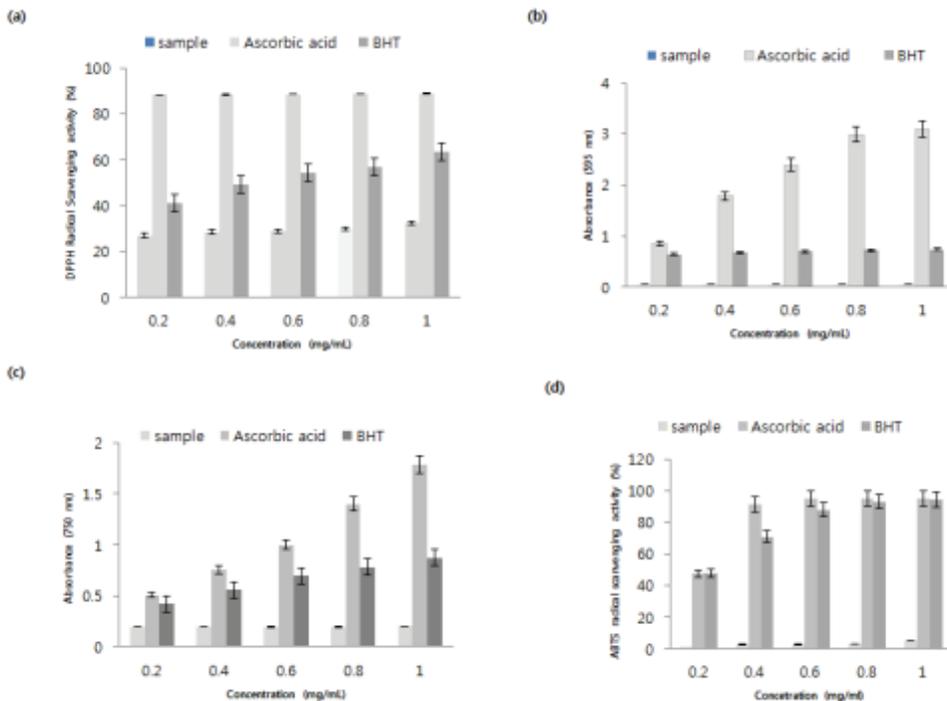
1) 단백질분해능

산사 발효액의 단백질 분해능에 대한 시험 결과, 산사 발효액의 단백질분해능은 294.24 unit/g으로 대조물질로 사용한 pancreatin(32.52 unit/g)보다

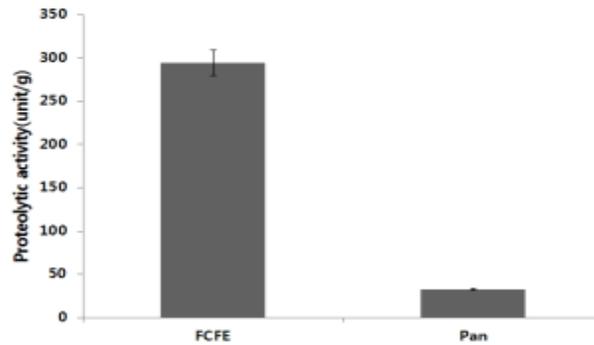
높게 나타났다(Fig. 2). 산사추출물의 단백질 분해능과는 차이를 나타내었지만(Park SJ *et al.* 2012), 우수한 단백질분해능을 나타내었다. 또한, 이러한 결과는 Lee KJ *et al.*(2009)의 연구결과에서 치콘 추출물 5종에 대한 단백질분해능을 측정된 결과와 비교한다면 높은 단백질분해능을 나타내는 것으로 나타났다. 본 실험을 통해 확인된 산사의 우수한 단백질분해능을 나타내는 성분 및 그 활성에 대한 연구가 아직 미진한 실정이므로 산사 내 유용성분에 대한 연구가 추가로 필요할 것으로 생각된다.

2) 소화 효소활성 저해 효과

다양한 기원(Porcine pancreas, Human saliva, *Bacillus licheniformis*)의 α -amylase를 이용하여 산사 추출물의 효소 활성 저해효과를 측정할 바, 대조물질로 사용한 acarbose가 모든 기원의 α



<Fig. 1> DPPH radical scavenging activities(a), FRAP value(b) and reducing power(c), ABTS radical scavenging activities(d) of fermented *Crataegi fructus* extracts Each bar represents the mean \pm SD of quadruplicate determinations, n=3.



〈Fig. 2〉 Proteolytic activity of fermented *Crataegi fructus* extracts Concentration of all thw samples were 10 mg/mL (FCFE : fermented *Crataegi fructus* extracts, Pan : Pancreatin).

-amylase에 대해 90%의 강한 저해를 보이는 반면, 산사 발효액은 α-amylase의 활성에 아무런 영향을 미치지 않았다<Table 3>. 효모 기원의 α-glucosidase에 대한 산사 발효액의 저해효과를 측정할 바, 대조물질인 acarbose는 10 mg/mL의 농도에서 73.5%의 저해활성을 보였으나, 산사 발효액 10 mg/mL의 농도로 처리시 10.4%의 저해활성을 나타내었다<Table 3>. 따라서, 산사발효액은 전분질 식품의 소화를 촉진하는 기능이 미약하여 소재로의 활용가능성은 낮은 것으로 판단된다.

IV. 요약 및 결론

본 연구에서는 발효 공정을 이용한 산사 발효액의 함유성분 분석 및 소화활성에 대한 기초자료를 제공하고자 산사 발효액의 일반성분, 색도,

총 페놀함량 등의 품질특성을 분석하였고, 항산화 및 소화활성 효과를 알아보하고자 실시하였으며 결과는 다음과 같다.

산사 발효액의 수분함량은 39.3%로 나타났고, 조지방은 1.40%, 조단백은 1.77%, 조회분은 0.20%의 수치를 나타내었다. 산사 발효액에 존재하는 폴리페놀의 함량은 3,015 ± 250 µg/g으로 나타났다. 산사 발효액의 색도 분석에서 L값은 79.24으로 나타났으며, a값과 b값은 각각 1.58과 31.28로 측정되었다.

산사 발효액의 DPPH assay 결과는 산사 발효액의 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 및 1.0 mg/mL의 농도에서 DPPH radical scavenging activity는 각각 27.07±0.6%, 28.50±0.29%, 29.00±0.67%, 29.93%±0.60%, 32.30%±0.63%으로 산사 발효액 추출물의 농도가 증가함에 따라 DPPH radical savenging activity도

〈Table 3〉 Inhibitory activity of fermented *Crataegi fructus* extracts on α-amylase and α-glucosidase activity

Origin	Inhibitory activity α-amylase(%)			Inhibitory activity α-glucosidase(%)
	Porcine pancreas	Human saliva	Bacillus licheniformis	
Fermented <i>Crataegi fructus</i> extracts	NI	NI	NI	10.4±0.91
Acarbose	92.3±1.07	90.3±1.47	93.1±0.98	73.5±3.14

NI : Not inhibition
 Values are mean ± S. E. Values are mean of triplicates.
 Concentration of all the samples were 10 mg/mL

유의적으로 증가하는 것으로 나타났다.

FRAP 방법으로 측정된 산사 발효액의 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 및 1.0 mg/mL의 농도에서 FRAP 활성은 각각 0.058, 0.057, 0.058, 0.054, 0.060 값으로 측정되었다. 또한, 산사 발효액의 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 및 1.0 mg/mL의 농도에서의 환원력은 0.19, 0.20, 0.20, 0.20, 0.20의 값을 나타내었다. 산사 발효액의 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 및 1.0 mg/mL의 농도에서 ABTS radical scavenging activity는 각각 0.10%, 2.58%, 2.60%, 3.02, 5.07%로 유의적으로 증가하는 경향이 나타났다. 항산화능을 평가하는 네 종류의 실험에서 산사 발효액의 경우 농도별로 항산화능이 유의적으로 증가하는 것으로 보아 항산화 효과가 있는 것으로 생각된다.

산사 발효액의 단백분해능은 294.24 unit /g으로 대조물질로 사용한 pancreatin(32.52 unit/g)보다 높게 나타났으며 우수한 단백분해능을 나타내었다. α -amylase를 이용하여 산사 추출물의 효소 활성 저해효과를 측정한 바, 대조물질로 사용한 acarbose가 모든 기원의 α -amylase에 대해 90%의 강한 저해를 보이는 반면, 산사 발효액은 α -amylase의 활성에 아무런 영향을 미치지 않았다. 효모 기원의 α -glucosidase에 대한 산사 발효액의 저해효과를 측정한 바, 대조물질인 acarbose는 10 mg/mL의 농도에서 73.5%의 저해활성을 보였으나, 산사 발효액 10 mg/mL의 농도로 처리시 10.4%의 저해활성을 나타내었다. 따라서, 산사발효액은 전분질 식품의 소화를 촉진하는 기능이 미약하여 소재로의 활용가능성은 낮은 것으로 판단된다. 본 실험을 통해 확인된 산사의 우수한 단백분해능을 나타내는 성분 및 그 활성에 대한 연구가 아직 미진한 실정으므로 산사 내 유용성분에 대한 연구가 추가로 필요할 것으로 생각된다. 산사 발효액의 우수한 생리활성을 나타내는 성분에 대해서는 더욱 연구가 필요할 것으로 사료되며, 이러한 결과로 보아 산사발효액을 소화제 등의 천연소재로 이용할 수 있을 것으로 사료된다. 따라서 산사의 발효액을 제조 시 기능성 향상을

위한 발효공정의 개선 및 최적화 등의 추후 연구가 필요한 것으로 사료된다.

한글 초록

본 연구에서는 산사 발효액의 품질특성 및 항산화 및 소화활성 효과를 평가하였다. 산사 발효액의 수분함량은 $39.3 \pm 0.06\%$ 이었으며, 조회분 $0.20 \pm 0.01\%$, 조지방 $1.40 \pm 0.59\%$, 조단백질 $1.77 \pm 0.04\%$ 이었다. 그리고 산사 발효액의 총페놀 함량 분석 결과 $3,015 \pm 250$ (GAE $\mu\text{g/g}$)로 나타났다. 색도 분석에서 L값은 79.24로 나타났으며, a값과 b값은 각각 1.58과 31.28으로 측정되었다. 다양한 항산화 평가 모델(DPPH, FRAP, 환원력, ABTS)을 통하여 산사 발효액의 항산화 활성을 측정한 결과, 산사 발효액의 농도가 증가함에 따라 항산화능이 유의적으로 증가하는 것으로 나타났다. 한편, 산사 발효액의 혈당 조절능을 평가하기 위해, Porcine pancreas, Human saliva 및 *Bacillus licheniformis* 기원의 α -amylase와 효모 기원의 α -glucosidase에 대한 추출물의 저해 활성을 조사한 결과, α -amylase에서는 저해활성을 보이지 않은 반면 α -glucosidase에서는 10.4%의 저해활성을 보였다. 산사 발효액의 단백분해능을 측정한 결과, 대조품으로 사용한 pancreatin보다 우수한 활성을 나타내었다. 산사 발효액의 우수한 생리활성을 나타내는 성분에 대해서는 더욱 연구가 필요할 것으로 사료되며, 이러한 결과로 보아 산사 발효액을 소화제 등의 천연소재로 이용할 수 있을 것으로 사료된다. 따라서 산사의 발효액을 제조 시 기능성 향상을 위한 발효공정의 개선 및 최적화 등의 추후 연구가 필요한 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청의 연구비 지원으로 수행된 연구 결과의 일부이며(과제번호, PJ0082342013), 이에 감사드립니다.

참고문헌

- AOAC (1995). Official Methods of analysis. 15th ed. Association of official analytical chemists, 777-784, Washington DC, USA
- Benzie I, Stranin J (1996). The ferric reducing ability of plasma(FRAP) as a measure of anti-oxidant power : the FRAP assay. *Anal Biochem* 239(1): 70-76
- Chu CY, Lee MJ, Liao CL, Lin WL, Yin YF, Tseng TH (2003). Inhibitory effect of hot-water hot-water extract from dried fruit it *Crataegus pinnatifida* on low-density lipoprotein (LDL) oxidation in cell and cell-free system. *J Agric Food Chem* 51(26): 7583-7588
- Han SM (2001). Studies on the functional components and cooking aptitude for medicinal tea of *Chrysanthemum indicum* L., M.Sc., Dissertation. Dept. of Human Life Science. Graduate School, Sejong University
- Han HK, Lim SJ (1998). Effect of fractions from methanol extract of *Commelina ommuris* on blood glucose level and energy metabolism in streptozotocin-induced diabetic rats. *Korean J Soc Food Sci* 14(5): 577-583
- Hong JS, Kim YH, Lee KR, Kim MK, Cho CI, Park KH, Choi YH, Lee JB 1988. Composition of organic acid and fatty acid in *Pleurotus ostreatus*, *Lentinus edodes* and *Agaricus bisporus*. *Korean J Food Sci Technol* 20(1): 100-106
- Jeong JW, Lee YC, Jung SW, Lee KM (1994). Flavor components of citron juice as affected by the extraction method. *Korean J Food Sci Technol* 26(6): 709-712
- Kang JM, Cha IH, Lee YK, Ryu HS (1997). Identification of volatile essential oil and flavor characterization and antibacterial effect of fractions from *Houttuynia cordata* Thunb. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 26(2): 209-213
- Kim JH, Park JH, Park SD, Choi SY, Seong JH, Hoon KD (2002). Preparation and antioxidant activity of health drink with extract powders from Safflower(*Carthamus tinctorius* L.) seed. *Kor J Food Sci* 34(4): 617-624
- Kim JS, Lee KD, Kwon JH, Yoon HS (1993). Antioxidative effectiveness of ether extract in *Crataegus pinnatifida* Bunge and *terminalia chebula* rets. *J Korean Agric Chem Soc* 36(3): 203-207
- Kim PJ. 2002. Study on the diet according to the sasang constitution, M.Sc., Dissertation. Dept. of Oriental Medicine. Graduate School, Dong Eui University
- Kwon HJ, Hyun SH, Choung SY (2005). Traditional chinese medicine improves dysfunction of peroxisome proliferator-activated tceptor alpha and microsomal triglyceride transfer protein on abnormalities in lipid metabolism in ethanol-fed rats. *Biofactors* 23(3): 163-176
- Kwon SK, Park SW, Choi WY (1998). Properties of the proteolytic enzymes from Mullberry tree bark(*Morus alba* Linne). *Korean J Food Nutr* 11(5): 576-579
- Lee HR, Jung BR, Park JY, Hwang IW, Kim SK, Choi JU, Lee SH, Chung SK (2008). Antioxidant activity and total phenolic contents of grape juice products in the Korean market. *Kor J Food Pres* 15(3): 445-449
- Lee KJ, Park MH, Seo HT, Park YH, Kwon CJ, Lim SH, Kim KH, Jeon SJ, Won JH (2009). Screening of biological activities of ethanol extracts from several varieties of endives. *Korean J Food Preserv* 16(6): 1008-1012
- Lee MK, Choi GP, Ryu LH, Lee GY, Yu CY, Lee HY (2004). Enhanced immune activity and cy-

- totoxicity of *Artemisia capillaris* thunb. extracts against human cell lines. *Korean J Medicinal Crop Sci* 12(1): 36-42
- Lee YJ, Yoon BR, Kim DB, Kim MD, Lee DW, Kim JK, Lee OH (2012). Antioxidant activity of fermented wild grass extracts. *Korean J Food & Nutr* 25(2): 407-412
- Li H, Choi YM, Lee JS, Park JS, Yeon KS, Han CD (2007). Drying and antioxidant characteristics of the shiitake(*Lentinus edodes*) mushroom in a conveyer-type far-infrared dryer. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36(2): 250-254
- Min BS, Huong HT, Kim JH, Jun HJ, Na MK, Nam NH, Lee HK, Bae K, Kang SS (2004). Furo-1,2-naphthoquinones from *Crataegus pinnatifida* with ICAM-1 expression inhibition activity. *Planta Med* 70(12): 1166-1169
- Oyaizu M (1986). Studies on products of the browning reaction. Antioxidative activities of browning reaction products prepared from glucosamine. *Jpn J Nutr* 44(6): 307-315
- Park SJ, Han KS, Yoo SM (2012). Nutritional characteristics and screening of biological activity of *Crataegi fructus*. *Korean J Food & Nutr* 25(3): 413-418
- Roberta R, Nicoletta P, Anna P, Anath P, Min Y, Catherine RE (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Rad Biol Med* 26 (9-10): 1231-1237
- Sato M, Ramarathnam N, Suzuki Y, Ohkubo T, Takeuchi M, Ochi H (1996). Varietal differences in the phenolic content and superoxide radical scavenging potential of wines from different sources. *J Agric Food Chem* 44(1): 37-44
- Seo MW, Jeong SI, Shin CG, Ju YS. 2003. The morphological standard and isolation and structure elucidation of radical scavengers from *Chrysanthemum indicum* L. *Korean J Herbolology* 18(1):133-144
- Shin SJ, Yoon HH (2012). Quality characteristics of Sansapyun prepared with various amounts of Sansa concentration gelatinized with chinese water chestnut starch. *Korean Journal of Culinary Research* 18(4): 199-208
- Shin SJ, Yoon HH (2011). Quality characteristics of Sansapyun with various amounts of *Crataegus fructus* concentration gelatinized with chinese water chestnut starch. *Korean Journal of Culinary Research* 17(3): 181-190
- Song JC, Park NK, Hur HS, Bang MH, Baek NI (2000). Examination and isolation of natural antioxidants from Korea medicinal plants. *Korean J Medicinal Crop Sci* 8(2): 98-102
- Student AK, Hsu RY, Lane MD (1980). Induction of fatty acid synthetase synthesis in differentiating 3T3-L1 preadipocytes. *J Biol Chem* 225(10): 4745-4750
- Yim JE, Choue RW, Kim YS (1998). Effect of dietary counseling and HMG CoA reductase inhibitor treatment on serum lipid levels in hyperlipidemic patients. *Korean J Lipidology* 8(1): 61-76

2013년 10월 22일 접수

2013년 11월 15일 1차 논문수정

2013년 11월 30일 2차 논문수정

2013년 12월 05일 3차 논문수정

2013년 12월 15일 논문게재확정