

저장조건에 따른 생물전환 발효고려엉겅퀴 주정추출물의 안정성 조사

이진하 · 문석용 · 조봉연 · 최선일 · 정태동 · 최승현 · 김종대 · †이옥환
강원대학교 식품생명공학과

Stability of Ethanolic Extract from Fermented *Cirsium setidens* Nakai by Bioconversion during Different Storing Conditions

Jin-Ha Lee, Seok-Yong Moon, Bong-Yeon Cho, Sun-Il Choi,
Tae-Dong Jung, Seung-Hyun Choi, Jong-Dai Kim and †Ok-Hwan Lee
Dept. of Food Science and Biotechnology, Kangwon National University, Chuncheon 24341, Korea

Abstract

This study investigated the stability of ethanolic extract from fermented *Cirsium setidens* Nakai (FCSN) in order to develop functional materials during different storage conditions. We evaluated pectolarin and pectolarigenin contents, total phenol content and antioxidant activity (DPPH radical scavenging activity and FRAP assay) of ethanolic extract from FCSN obtained by bioconversion at various temperatures (4, 25 and 50°C) and pHs (4.0, 7.0 and 10.0). Our results show that the pectolarin, pectolarigenin, and total phenol contents in ethanolic extract from FCSN were decreased during the storage periods. Moreover, the DPPH radical scavenging activity did not significantly change at 4°C and 25°C. Pectolarin and pectolarigenin contents, total phenol content and DPPH radical scavenging activity of ethanolic extract from FCSN at acidic pH (pH 4.0) and neutral pH (pH 7.0) were higher than those at the alkaline pH range. These results indicate that the optimum storage condition of the ethanolic extract from FCSN was 4°C and pH 4.0~7.0 range.

Key words: fermented, *C. setidens* Nakai, stability, pectolarin, pectolarigenin, antioxidant activity, total phenol content

서 론

곤드레로 알려진 고려엉겅퀴(*Cirsium setidens* Nakai)는 국화과(Asteraceae)에 속하는 다년생초이다. 다른 산채 등은 주로 봄철에 채취하여 식용하는데 반해, 곤드레는 5~6월까지 잎이나 줄기가 연한 것이 특징으로, 곤드레는 데치거나 데쳐 말려 나물, 차, 두부, 떡, 간장, 건강음료 등 식품으로 널리 이용되고 있다(Ham 등 1997; Kang 등 1997; Chang 등 2012; Im 등 2012; Suh 등 2012). 또한, 곤드레는 한방에서 혈액순환 개선 및 고혈압 완화, 지혈작용, 소염작용, 이뇨작용 및 어혈 등을 풀리게 하는데 약용하고 있으며(Lee SJ 1966; Ishida 등 1987; Kang 등 1997), 폴리페놀 및 플라보이드, 식이섬유, 무

기질, 비타민 등을 함유하고 있어, 항암 활성을 비롯한 다양한 연구 결과가 보고되었다(Lee SJ 1966; Ishida 등 1987; Kang 등 1997; Lee 등 2002; Lee 등 2006; Surh 등 2006).

최근 고려엉겅퀴의 식품 및 건강식품의 원료로써 사용에 대한 관심이 높아지면서 고려엉겅퀴의 영양성분 및 항산화, 항암, 간 기능 개선 등 생리활성에 관한 연구가 활발히 보고되고 있다(Lee 등 2008; Yoo 등 2008; Thao 등 2011; Noh 등 2013; Lee 등 2014). 또한, 최근 Lee 등(Lee 등 2015)은 지표성분인 pectolarin이 많은 고려엉겅퀴는 천연 항산화 및 항비만 소재로 사용될 수 있음을 보고한 바 있다.

이처럼 고려엉겅퀴의 다양한 기능성이 밝혀지면서 건강기능식품 소재로서의 활용방안이 요구되고 있으며, 이를 위한

† Corresponding author: Ok-Hwan Lee, Dept. of Food Science and Biotechnology, Kangwon National University, Chuncheon 24341, Korea. Tel: +82-33-250-6454, Fax: +82-33-259-5565, E-mail: loh99@kangwon.ac.kr

원료 표준화를 통한 기능성 및 안정성 검증을 위한 연구가 필요하게 되었다. 그러나 천연물 유래의 다양한 생리활성 물질은 대부분 당이 붙어 있는 형태인 배당체 형태로 존재하여 비배당체 형태보다 분자량이 크고, 세포 내 흡수 메커니즘이 용이하지 못하여 생체 내 이용률이 상대적으로 낮아, 식품으로 섭취 시 효능이 극대화되지 못한다(Kim 등 2010). 따라서 체내 흡수를 통해 유효 생리활성을 나타내는 metabolite form인 비배당체의 연구가 진행되어 왔고(Kim 등 2006; Quan 등 2008; Lim 등 2009; Jeon 등 2014), Oh 등(Oh 등 2015)은 생물전환을 통한 고려영경귀를 건강기능식품 원료로 개발 시 원료의 표준화를 위하여 pectolarin 및 pectolarigenin의 분석방법 및 분석법 검증에 대한 선행 연구를 실시하였다. Pectolarin과 비배당체 형태인 pectolarigenin은 대표적인 고려영경귀의 지표성분으로(Yoo 등 2008), 염증 병면에 있어 eicosanoid류의 형성을 억제하여 항염증 활성 등을 가지는 것으로 알려져 있다(Lee 등 2014). 고려영경귀를 건강기능식품 소재로 활용하기 위해서는 원료 표준화를 통한 소재의 기능성 및 안전성 검증(Ferenci 등 1989; Chang 등 2012; Oh 등 2015)과 표준화된 원료의 저장안정성을 평가하여 기능성 원료의 효능 유지, 저장 중의 지표성분의 변화 등 표준화된 추출물의 안정성 조사 연구가 필요하다. 이에 본 연구에서는 발효고려영경귀 주정추출물을 온도별(4, 25 및 50°C), pH별(4.0, 7.0, 및 10.0)로 저장하면서 추출물의 pectolarin과 pectolarigenin 함량, 총 페놀 함량, 항산화능에 대한 안정성을 확인함으로써 생물전환된 발효고려영경귀를 건강기능식품 소재로 활용가능성을 모색하고자 한다.

재료 및 방법

1. 실험재료

본 실험에 사용한 고려영경귀는 강원도 정선에서 2015년에 재배한 것으로 이를 생물전환한 발효고려영경귀를 실험에 사용하였다(Oh 등 2015). 건조한 고려영경귀에 효소 처리와 멸균 공정을 거친 후, 배양배지화한 고려영경귀에 표고 균사를 접종을 통한 생물전환 발효 공정을 거쳐 2차 생물전환 공정을 거쳐 사용하였다. 표고 균사의 접종을 최적화를 위해 발효 미생물의 배양 상태에 따른 cell mass 농도에 따라 10%, 20%가 되도록 접종하여 최적화를 수행하였다. 배양 균사체의 세포벽을 구성하고 있는 성분 중 유효성분을 추출하고자 cellulase, hemi-cellulase, pectinase, β -glucanase, β -glucosidase, lysozyme 등 다양한 세포벽 분해효소를 사용하여 생물전환 공정 최적화를 수행하였다. 저장안정성 실험을 위하여 발효고려영경귀의 전처리인 Kim 등(Kim 등 2013)의 방법을 변형하여 제조하였다. 발효고려영경귀를 80% ethanol를 사용하여

70°C 조건에서 3시간 환류추출한 후, 조추출물을 filter paper (Whatman, No. 3, Maidstone, Kent, UK)로 여과하였다. 그 후 회전식 진공 농축기(Tokyo Rikakikai Co., Ltd, Tokyo, Japan)를 사용하여 감압 농축하여 동결건조(Ilshinbiobase Co., Ltd, Korea) 후, -20°C에서 보관하며 사용하였다. 발효고려영경귀 추출물은 0.1% dimethyl sulfoxide(DMSO)에 녹인 후, 온도별 안정성은 온도별(4, 25 및 50°C)로 보관하고, pH 안정성은 염산과 수산화나트륨으로 pH를 4.0, 7.0 및 10.0로 조절하여 25°C에서 21일간 저장하면서 7일에 한번씩 sampling하여 실험하였다.

2. Pectolarin과 pectolarigenin 분석

발효고려영경귀에 함유된 pectolarin과 pectolarigenin의 HPLC 분석은 Kim 등(Kim 등 2013)의 방법을 변형하여 실시하였다. 표준물질 pectolarin은 Carbosynth(Compton, Berkshire, UK)에서 구입하였으며, pectolarigenin은 Chengdu Biopurify Phytochemicals Ltd.(Chengdu, Sichuan, China)에서 구입하여 사용하였다. 분석에 사용한 기기는 Waters 2695 Separation Module HPLC system과 Waters 996 Photodiode Array Detector (Waters Co., Milford, MA, USA)로 조건은 Table 1과 같다.

3. 총 페놀 함량 분석

총 페놀 함량은 Duval과 Shetty(2001)의 방법을 이용하였다. DMDO에 녹인 발효고려영경귀 추출물 1 mL에 2% Folin-Ciocalteu's phenol reagent 1 mL를 첨가하여 10% Na₂CO₃ 용액 1 mL를 첨가하여 혼합한 후, 상온에서 1시간 동안 반응시킨 후, microplate reader(Molecular Devices, Sunnyvale, CA, USA)를 이용하여 750 nm에서 흡광도를 측정하였다. Gallic acid를 이용하여 표준 검량 곡선($y=18.045x-0.0283$, $R^2=0.9975$)으로부터 총 페놀 함량을 구하였다.

4. DPPH radical 소거능

DPPH radical 소거능은 Ozgen 등(2006)의 방법을 변형하여 측정하였다. 시료 0.2 mL에 ethanol로 용해한 0.4 mM DPPH 용액 0.8 mL를 첨가하여 혼합한 후, 상온에서 10분간 반응한 다음 517 nm에서 흡광도 값을 측정하였다. 다음 식에 의하여 DPPH radical 소거능을 나타내었다.

$$\text{DPPH 라디칼 소거능(\%)} = \left(1 - \frac{A_{\text{Experiment}}}{A_{\text{control}}}\right) \times 100$$

5. FRAP 측정

FRAP은 Biglari 등(2006)의 방법을 변형하여 발효고려영경귀의 항산화능을 측정하였다. 0.3 M sodium acetate buffer(pH 3.6), 10 mM TPTZ 및 20 mM FeCl₃ · 6H₂O를 제조하여 실험

Table 1. HPLC conditions of pectolarin analysis for fermented *Cirsium setidens* Nakai

Instrument		Conditions	
Column	Sunfire™ C18, 5.0 μm, 4.6 mm × 250 mm		
Detector	Waters 996 Photodiode Array Detector UV 340 nm		
Column temp.	40 °C		
Time (min)	0.05% TFA ¹⁾ in water (%)	0.05% TFA in acetonitrile (%)	
	0	70	30
Mobile phase (Gradient)	6	70	30
	11	53	47
	22	53	47
	25	70	30
	30	70	30
Flow rate	1.0 mL/min		
Injection volume	10 μL		
Run time	30 min		

¹⁾ TFA: trifluoroacetic acid

직전에 10:1:1의 비율로 혼합하여 FRAP용액을 제조하였다. FRAP용액 1.5 mL에 시료 50 μL, 증류수 150 μL를 첨가한 후, 37°C에서 4분간 반응시킨 후, 593 nm에서 흡광도를 측정하였다.

6. 통계처리

Pectolarin과 pectolarigenin 함량, 총 페놀 함량, 항산화 활성 결과 값의 통계처리는 SAS version 9.3(SAS institute Inc., Cary, NC, USA)을 이용하여 분석하였다. 유의성 분석은 one-way ANOVA 검정을 실시하였으며, Duncan의 다중범위 검정법(Duncan's multiple range test)으로 유의성은 $p < 0.05$ 수준에서 검정하였다.

결과 및 고찰

1. Pectolarin과 pectolarigenin의 함량 분석

발효고려영경귀 추출물을 0.1%의 농도로 DMSO에 녹인 후, 저장 온도별(4, 25 및 50°C) 및 pH별(4.0, 7.0, 및 10.0)에 따른 pectolarin과 pectolarigenin의 함량의 변화를 측정하였다(Fig. 1과 Fig. 2). 발효고려영경귀 추출물의 초기 pectolarin과 pectolarigenin 함량은 각각 2.13±0.05 mg/g과 24.96±0.07 mg/g이었으나, 저장기간에 따라 pectolarin과 pectolarigenin의 함량은 감소하는 경향을 보였다. 21일 저장 후, 온도별 발

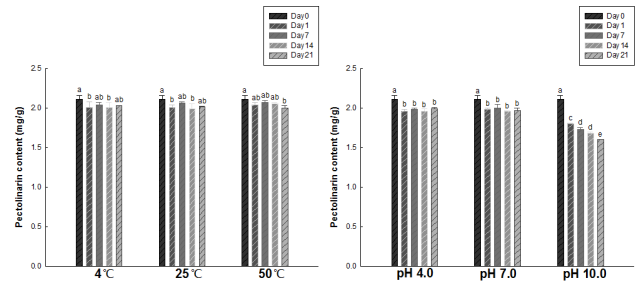


Fig. 1. Changes of pectolarin content of fermented *Cirsium setidens* Nakai ethanol extract against various temperature(4, 25 and 50 °C) and pH(4.0, 7.0 and 10.0). Results are presented as the mean±S.D. of 3 independent in triplicate. Means with different letters on the same kind of bars are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

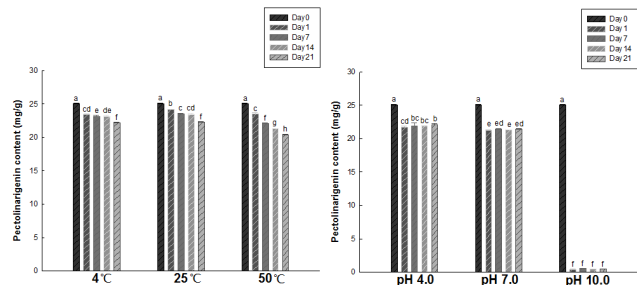


Fig. 2. Changes of pectolarigenin content of fermented *Cirsium setidens* Nakai ethanol extract against various temperature(4, 25 and 50 °C) and pH(4.0, 7.0 and 10.0). Results are presented as the mean±S.D. of 3 independent in triplicate. Means with different letters on the same kind of bars are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

효고려영경귀 추출물의 pectolarin 함량은 4°C에서 2.02±0.01 mg/g, 25°C에서 2.01±0.01 mg/g, 50°C에서 1.99±0.03 mg/g으로 각각 나타났고, pectolarigenin 함량은 4°C에서 22.20±0.06 mg/g, 25°C에서 22.25±0.08 mg/g, 50°C에서 20.37±0.05 mg/g으로 각각 나타났다. pH별 발효고려영경귀 추출물의 pectolarin 함량은 각각 pH 4.0에서 1.98±0.02 mg/g, pH 7.0에서 1.97±0.03 mg/g, pH 10.0에서 1.60±0.01 mg/g으로 나타났고, pectolarigenin 함량은 각각 pH 4.0에서 22.07±0.15 mg/g, pH 7.0에서 21.49±0.02 mg/g, pH 10.0에서 0.45±0.02 mg/g으로 나타났다.

발효고려영경귀 추출물의 pectolarin의 안정성은 저장 온도별(4, 25 및 50°C)에 의한 변화는 크게 없었으나, 저장 pH 별(4.0, 7.0, 및 10.0)에 의한 영향은 다소 나타났다. 즉, pH 4.0와 pH 7.0에서 저장기간 약간의 함량 변화가 크지 않았으나, pH 10.0은 초기 2.13±0.05 mg/g에서 1.60±0.01 mg/g 함량으로 크

게 감소하였다. 이에 반해 pectolinarigenin의 경우는 저장온도가 높을수록 함량의 감소가 더 크게 나타났으며, 각 pH별 함량의 변화도 pectolinarin의 pH별 함량의 변화보다 크게 감소함을 보였다. 특히 pH 10.0의 경우, 초기 24.96 ± 0.07 mg/g에서 0.45 ± 0.02 mg/g 함량으로 매우 크게 감소하였다. 이의 결과는 페놀성 화합물의 경우는 중성이상의 pH 환경에서 화학적으로 불안정함을 보고한 다른 연구 결과와 비슷한 경향을 나타내었다(Lee SJ 1966; Lee 등 2005; Hong 등 2011). 또한 당이 붙어 있는 pectolinarin보다 비배당체의 형태인 pectolinarigenin이 온도와 pH 변화에 더 민감함을 알 수 있었는데, 이는 비배당체보다 당이 결합된 배당체가 안정성이 증가하다는 보고 결과와 일치한다고 볼 수 있다(Kim 등 2009).

2. 총 페놀 함량 변화

저장 온도(4, 25 및 50°C) 및 pH(4.0, 7.0, 및 10.0)에 따른 발효고려영경귀 주정 추출물의 총 페놀 함량의 변화는 Fig. 3과 같다. 저장기간이 길어짐에 따라 총 페놀 함량은 감소하는 경향을 보였는데, 4°C와 25°C에서 보다 50°C에서 초기 14.20 ± 0.02 mg GAE/g 페놀 함량이 10.25 ± 0.01 mg GAE/g으로 크게 감소하였다. 이는 Hong 등(Hong 등 1998)의 고온에서 페놀성 화합물이 분해되거나, 불용성 화합물로 변화하여 감소하는 결과와 같다. 저장 pH별로는 산성(pH 4.0)과 중성(pH 7.0)에서는 비교적 변화가 적게 나타났으나, pH 10.0에서 7.91 ± 0.03 mg GAE/g으로 급격히 감소하는 경향을 나타내었다. 고려영경귀의 지표성분인 pectolinarin과 매우 유사한 구조를 가지고 있는 녹차의 catechin도 높은 알칼리성 조건에서는 매우 불안정함이 보고되었다(Park 등 2002). 본 연구 결과로부터 생물전환 발효고려영경귀의 경우, 저온(4°C) 및 중성(pH 7.0) 이하의 조건에서 저장 시 유용성분의 파괴를 최소화할 수 있는 것으로 사료된다.

3. 항산화 활성에 대한 안정성 조사

온도별 및 pH별 저장조건에 따른 생물전환 발효고려영경귀 주정 추출물의 항산화 활성의 변화를 조사한 결과는 Fig. 4 및 Fig. 5와 같다. 항산화 활성은 온도별(4, 25 및 50°C) 및 pH 별(4.0, 7.0, 및 10.0)에서 21일간 저장하면서 7일마다 DPPH 라디칼 소거능(Fig. 4) 및 FRAP(Fig. 5)를 분석하였다. 온도별 발효고려영경귀 추출물의 초기 DPPH 라디칼 소거능은 저장 기간 동안 크게 차이를 보이지 않고 유지되거나 다소 증가하였으나, pH 10.0의 경우, 저장기간이 증가함에 초기 $46.11 \pm 0.14\%$ 에서 $34.11 \pm 0.26\%$ 로 DPPH 라디칼 소거능이 감소하는 경향을 보였다. 이와 같은 DPPH 라디칼 소거능의 변화는 고려영경귀 추출물에 함유된 페놀성 화합물들에 기인한 것으로, 저장 기간 중 pH 10.0에서 고려영경귀 주정추출물에 함유된 배

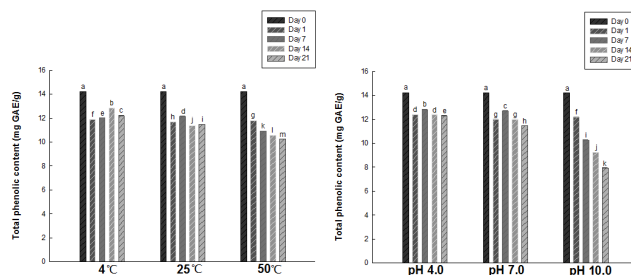


Fig. 3. Changes of total phenol content of fermented *C. setidens* Nakai ethanol extract against various temperature(4, 25 and 50°C) and pH(4.0, 7.0 and 10.0). Results are presented as the mean±S.D. of 3 independent in triplicate. Means with different letters on the same kind of bars are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

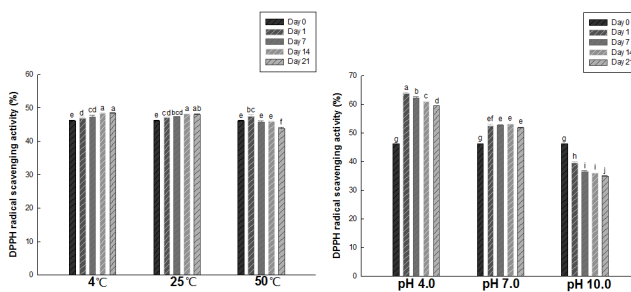


Fig. 4. Changes of DPPH radical scavenging activity of fermented *C. setidens* Nakai ethanol extract against various temperature(4, 25 and 50°C) and pH(4.0, 7.0 and 10.0). Results are presented as the mean±S.D. of 3 independent in triplicate. Means with different letters on the same kind of bars are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

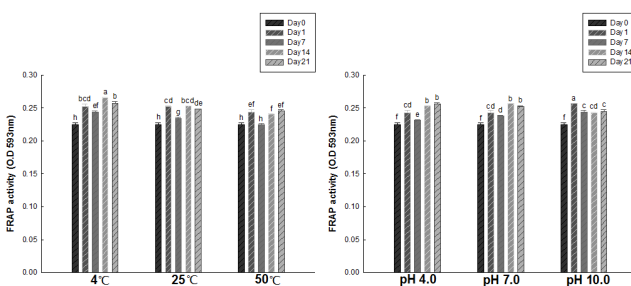


Fig. 5. Changes of FRAP of fermented *C. setidens* Nakai ethanol extract against various temperature(4, 25 and 50°C) and pH(4.0, 7.0 and 10.0). Results are presented as the mean±S.D. of 3 independent in triplicate. Means with different letters on the same kind of bars are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

당체인 pectolinarin 함량의 감소와 총 페놀 함량의 감소가

DPPH 라디칼 소거능의 변화에 영향을 미친 것으로 사료되며 (Bondet 등 1997), 항산화 효과가 중성이나 산성에서는 안정적이거나, 알칼리성에서는 불안정하다는 연구 결과에 유사하다고 할 수 있다(Yoo 등 2004). 또한, DPPH 라디칼 소거능의 다소 증가 양상과 저장 1일차에 pH 4.0과 pH 7.0에서 DPPH 라디칼 소거능의 증가 요인에 대해서 추가 연구가 필요하겠다.

한편, FRAP assay의 결과(Fig. 5)는 DPPH 라디칼 소거능의 결과와는 달리 온도별, pH별 저장조건에 따른 큰 변화를 보이지 않았다. DPPH 라디칼 소거능의 결과와 FRAP assay의 결과 값이 다르게 나타난 이유는 항산화 효과를 측정하기 위해 다양하게 이용하고 있는 방법 들 간의 차이에서 기인한 것으로 사료된다(Ferenci 등 1989; Jeon 등 2014; Oh 등 2015).

이상의 저장 온도별, pH 조건별 안정성 결과로부터 생물전환 발효고려영경귀 주정 추출물은 저온(4°C)과 산성(pH 4.0)과 중성(pH 7.0)조건에서 저장 시 추출물의 안정성을 최적화할 수 있을 것으로 사료되며, 본 연구의 결과는 고려영경귀의 건강기능식품 소재로서의 적용 시 기초자료로 활용가능 할 것으로 사료된다.

요 약

본 연구에서는 생물전환 발효고려영경귀 주정추출물을 온도별(4, 25 및 50°C), pH별(4.0, 7.0, 및 10.0)로 21일간 저장하면서 7일 간격으로 pectolinarin과 pectolinarigenin 함량, 총 페놀 함량, DPPH 라디칼 소거능 및 FRAP를 측정하여 안정성을 평가하였다. 발효고려영경귀 추출물인 pectolinarin과 pectolinarigenin 함량은 저장기간이 증가함에 따라 감소하는 경향을 보였으며, 온도에 의한 영향보다 pH에 의한 영향이 큰 것으로 나타났다. pH 10.0에서 pectolinarin의 함량 변화는 초기 2.13±0.05 mg/g에서 1.60±0.01 mg/g으로, pectolinarigenin 함량 변화는 24.96±0.07 mg/g에서 0.45±0.02 mg/g으로 크게 감소하였다. 총 페놀 함량도 저장기간이 따라 같이 감소하는 경향을 보였으며, 50°C와 pH 10.0에서 큰 감소치를 보였다. 항산화 안정성은 온도별 저장조건에서는 DPPH 라디칼 소거능은 큰 차이를 보이지 않았고, pH 10.0에서는 크게 감소하는 경향을 보였으나, FRAP은 온도별, pH별 저장조건에 따른 큰 변화를 보이지 않았다. 이상의 저장 온도별, pH별 결과를 종합해 볼 때, 생물전환 발효고려영경귀 주정 추출물은 저온(4°C)에서 산성(pH 4.0)과 중성(pH 7.0) 상태에서 안정하였다.

감사의 글

이 논문은 2014년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업(No.2014R1A1

A1003514)과 산업통상자원부와 한국산업기술진흥원의 지역주력산업육성사업 (R0004762)으로 수행된 연구결과입니다.

References

- Biglari F, AlKarkhi AF, Easa AM. 2008. Antioxidant activity and phenolic content of various date palm (*Phoenix dactylifera*) fruits from Iran. *Food Chem* 107:1636-1641
- Bondet V, Brand-Williams W, Berset C. 1997. Kinetics and mechanisms of antioxidant activity using the DPPH free radical method. *LWT-Food Sci Technol* 30:609-615
- Chang SY, Song JH, Kwak YS, Han MJ. 2012. Quality characteristics of Gondre tofu by the level of *Cirsium setidens* powder and storage. *Korean J Food Culture* 27:737-742
- Duval B, Shetty K. 2001. The stimulation of phenolics and antioxidant activity in pea (*Pisum sativum*) elicited by genetically transformed anise root extract. *J Food Biochem* 25:361-377
- Ferenci P, Dragosics B, Dittrich H, Frank H, Benda L, Lochs H, Meryn S, Base W, Schneider B. 1989. Randomized controlled trial of silymarin treatment in patients with cirrhosis of the liver. *J Hepatol* 9:105-113
- Ham SS, Lee SY, Oh DH, Kim SH, Hong JK. 1997. Development of beverages drinks using mountain edible herbs. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 26:92-97
- Hong JH, Kim HY, Kim JY, 2011. Factors affecting reactivity of various phenolic compounds with the Folin-Ciocalteu reagent. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40:205-213
- Hong MJ, Lee GD, Kim HK, Kwon JH. 1998. Changes in functional and sensory properties of chicory roots induced by roasting processes. *Kor J Food Sci Technol* 30:413-418
- Ishida H, Umino T, Tsuji K, Kosuge T. 1987. Studies on anti-hemorrhagic substances in herbs classified as hemostatics in Chinese medicine. VII. On the antihemorrhagic principle in *Cirsium japonicum* DC. *Chem Pharm Bull (Tokyo)* 35:861-864
- Im HE, Yoe HK, Chang SY, Han MJ. 2012. Quality characteristics of Gondregaeduck by the level of *Cirsium setidens* and storage. *Korean J Food Culture* 27:400-406
- Jeon HJ, Yu SN, Kim SH, Park SK, Choi HD, Kim KY, Lee SY, Chun SS, Ahn SC. 2014. Antiobesity effect of citrus peel extract fermented with *Aspergillus oryzae*. *J Life Sci* 4:827-836
- Kang IJ, Ham SS, Chung CK, Lee SY, Oh DH, Choi KP, Do JJ. 1997. Development of fermented soysauce using *Cirsium*

- setidens* Nakai and comfrey. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 26:1152-1158
- Kim BH, Kang JH, Lee SY, Cho HJ, Kim YJ, Kim YJ, Ahn SC. 2006. Biotransformation of ginseng to compound K by *Aspergillus oryzae*. *J Life Sci* 16:136-140
- Kim SH, Joo MH, Yoo SH. 2009. Structural identification and antioxidant properties of major anthocyanin extracted from Omija (*Schizandra chinensis*) fruit. *J Food Sci* 74:134-140
- Kim IB, Shin S, Lim BL, Seong GS, Lee YE. 2010. Bioconversion of soybean isoflavone by *Lactobacillus plantarum* and *Bifidobacterium longum*. *Korean J Food Cookery Sci* 17:214-219
- Kim YH, Bae DB, Lee JS, Park SO, Lee SJ, Cho OH, Lee OH. 2013. Determination of eleutherosides and β -glucan content from different parts and cultivating areas of *A. senticosus* and *A. koreanum*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 42:2082-2087
- Kim YH, Bae DB, Park SO, Lee SH, Cho OH, Lee OH. 2013. Method validation for the determination of eleutherosides and β -glucan in *Acanthopanax koreanum*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 42:1419-1425
- Lee SJ. 1966. Korean Folk Medicine. Seoul National University Press, Seoul, Korea. pp.145-146
- Lee OH, Kim JH, Kim YH, Lee YJ, Lee JS, Jo JH, Kim BG, Lim JK, Lee BY. 2014. Nutritional components and physiological activities of *Cirsium setidens* Nakai. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 43:791-798
- Lee OH, Lee HB, Lee JS, Lee BY. 2005. Optimization of extraction condition and stability of olive leaf extract. *Korean J Food Sci Technol* 37:178-182
- Lee SH, Heo SI, Li L, Lee MJ, Wang MH. 2008. Antioxidant and hepatoprotective activities of *Cirsium setidens* Nakai against CCl_4 -induced liver damage. *Am J Chin Med* 36:107-114
- Lee SH, Jin YS, Heo SI, Shim TH, Sa JH, Choi DS, Wang MH. 2006. Composition analysis and antioxidative activity from different organs of *Cirsium setidens* Nakai. *Korean J Food Sci Technol* 38:571-576
- Lee YJ, Lee JH, Kim YH, Kim JH, Yu SY, Kim DB, Lee JS, Cho ML, Cho JH, Kim BK, Lee BY, Lee OH. 2015. Assessment of the pectolarin content and the radical scavenging-linked antiobesity activity of *Cirsium setidens* Nakai extracts. *Food Sci Biotechnol* 24:2235-2243
- Lee WB, Kwon HC, Cho OR, Lee KC, Choi Su, Baek NI, Lee KR. 2002. Phytochemical constituents of *Cirsium setidens* Nakai and their cytotoxicity against human cancer cell lines. *Arch Pharm Res* 25: 628-635
- Lim AK, Jung MJ, Kim DW, Hong JH, Jung HK, Kim KS, Kim YH, Kim DI. 2009. An extrapolation concentration decision effect antihyperlipidemic of aglycone isoflavone from bio-transformation soybean on the fed high-fat diet rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38:1167-1173
- Noh H, Lee H, Kim E, Mu L, Rhee YK, Cho CW, Chung J. 2013. Inhibitory effect of a *Cirsium setidens* extract on hepatic fat accumulation in mice fed a high-fat diet via the induction of fatty acid β -oxidation. *Biosci Biotechnol Biochem* 77:1424-1429
- Oh JW, Lee JH, Cho ML, Shin GH, Kim JM, Choi SI, Jung TD, Kim YH, Lee SJ, Lee BJ, Park SJ, Lee OH. 2015. Development and validation of analytical method for pectolarin and pectolarigenin in fermented *Cirsium setidens* Nakai by bioconversion. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 44:1504-1509
- Ozgen M, Reese RN, Tulio AZ, Scheerens JC, Miller AR. 2006. Modified 2,2-azino-bis-3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid (ABTS) method to measure antioxidant capacity of selected small fruits and comparison to ferric reducing antioxidant power (FRAP) and 2,2'-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) methods. *J Agric Food Chem* 54:1151-1157
- Park YH, Won EK, Son DJ. 2002. Effect of pH on the stability of green tea catechins. *J Fd Hyg Safety* 17:117-123
- Quan LH, Liang Z, Kim HB, Kim SH, Kim SY, Noh YD, Yang DC. 2008. Conversion of ginsenoside Rd to compound K by crude enzymes extracted from *Lactobacillus brevis* LH8. *J Ginseng Res* 32:226-231
- Suh JT, Ryu SY, Kim WB, Choi KS, Kim BH. 1996. Improvement of germination rate by low temperature and development of effective shading cultivation of *Cirsium setidens* under rain shelter in highland. *Korean J Plant Res* 9:151-156
- Surh J, Kim JO, Kim MH, Lee JC, Lee BY, Kim MY, Yang HW, Yun S, Jeong HR. 2009. Nutritional properties, as food resources for menu development, of cubed snailfish, shaggy sea raven, and two kinds of wild vegetables that are staple products in Samcheok. *Korean J Food Cookery Sci* 25: 690-702
- Thao NT, Cuong TD, Hung TM, Lee JH, Na M, Son JK, Jung HJ, Fang Z, Woo MH, Choi JS, Min BS. 2011. Simultaneous determination of bioactive flavonoids in some selected Korean

thistles by high-performance liquid chromatography. *Arch Pharm Res* 34:455-461

Yoo MY, Kim SK, Yang JY, 2004. Characterization of an anti-oxidant from sporophyll of *Undaris pinatifida*. *Kor J Micorbiol Biotechnol* 32:307-311

Yoo YM, Nam JH, Kim MY, Choi J, Park HJ. 2008. Pectolarin

and pectolarigenin of *Cirsium setidens* prevent the hepatic injury in rats caused by D-galactosamine via an antioxidant mechanism. *Biol Pharm Bull* 31:760-764

Received 08 March, 2017

Revised 23 March, 2017

Accepted 03 April, 2017