

발효 균주에 따른 삼채뿌리 열수추출물의 항산화능 비교연구

장자영* · 이지은* · 최은지 · 최학중 · 오영준 · 이성현¹ · 김현주[†]

세계김치연구소 연구개발본부, ¹국립농업과학원

Effect of Starter Cultures on the Antioxidant Activities of *Allium hookeri* Root-Hot Water Extract

Ja-Young Jang* · Jieun Lee* · Eun-Ji Choi · Hak-Jong Choi · Young Jun Oh · Sung Hyun Lee¹ · Hyun Ju Kim[†]

Research Department, World Institute of Kimchi, Gwangju 503-360, Korea
¹National Academy of Agricultural Science, RDA, 300, Jeonju 565-851, Korea

Abstract

Allium hookeri, a member of the onion family, has long been mainly cultivated for food and medicinal use in Southeast Asian countries, owing to its various biological properties. However, no studies of the anti-oxidative effects of fermented *A. hookeri* root extracts have been conducted to date. Therefore, this study investigated the effect of different starter cultures on the antioxidant activities of hot water extract of *A. hookeri* root by using the following five strains: *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium longum*, *Enterococcus faecium*, *Streptococcus thermophilus*, and *Saccharomyces cerevisiae*. DPPH and ABTS radical scavenging activity, total phenolic acid contents, and total antioxidant capacity were higher in the hot water extract of *A. hookeri* root fermented with starter cultures than those of *A. hookeri* root. Among hot water extract of *A. hookeri* root fermented with starter cultures, fermenting with *S. cerevisiae* showed the highest antioxidant activities. The results of this study provide new evidence of the anti-oxidative properties of *A. hookeri* root with starter cultures, indicating that it may be highly valuable as a natural product owing to its high-quality functional components.

Key words: *Allium hookeri*, starter culture, antioxidant activities, free radical scavenging activity, total phenolic acid

I. 서론

최근 인간의 수명이 연장되면서 만성질환인 생활습관병이 급증하고 있는 추세이다(Tanaka H 등 2000). 이러한 원인은 생체 내 대사과정 중 생화학 반응 및 환경적 인자에 의해 생체에 유해한 활성산소류(reactive oxygen species, ROS)에 기인한다고 알려져 있다(Bouayed J와 Bohn T 1999, Halliwell B와 Gutteridge JMC 1999). 생체 내 ROS의 형성이 증가된 상태인 산화적 스트레스에 의해 세포가 손상되어 생체기능을 저하시키며, 뇌질환 및 동맥경화 등과 같은 심혈관계 질환 등 각종 인체질환을 유발한다고 알려져 있다(Decker EA 등 1992, Halliwell B와 Gutteridge JMC 1999, Valko M 등 2007).

일반적으로 생체에서 생성되는 ROS는 체내에서 존재하는 superoxide dismutase(SOD), catalase, glutathione per-

oxidase 등과 같은 항산화 효소와 glutathione, 비타민 E 등과 같은 항산화 물질에 의하여 제거된다. 그러나 대사 과정에 문제가 발생되거나 염증 관련 질환이 야기된다면, ROS를 제거하는데 어려움이 있어 외부로부터 항산화 물질을 섭취할 필요가 있다(Bouayed J와 Bohn T 1999, Kang HJ 등 2012). 이에 따라 항산화 물질을 다양한 천연소재로부터 탐색하며, 이들이 가지는 항산화 특성을 이용한 기능성 소재의 개발에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.

최근 국내에서 재배되고 있는 삼채(*Allium hookeri*)는 파 속(屬) 식물로, 중국, 인도, 부탄, 스리랑카, 미얀마 등에 분포하며 뿌리, 잎, 순 모두가 식용 가능하여 고대 중국인들은 3,000년 전부터 식용과 약용으로 사용하여 왔다(Ayam VS 2011). 삼채는 식이 유효화합물이 마늘보다 6배 많다고 알려져 있으며, 유효화합물을 많이 포함하는 파, 마늘, 양파 등 *Allium* 속 식물은 항산화, 항암, 항혈액응고, 항콜레스테롤, 항균작용 및 혈당 강하 작용 등 다양한 생리활성을 가지고 있음이 보고되었으나(Welch C 등 1992, Banerjee SK와 Maulik SK 2002, Keusgen M 2002, Hsu CC 등 2004, Vazquez-Prieto MA와 Miatello

*Ja-Young Jang and Jieun Lee contributed equally.

[†]Corresponding author: Hyun Ju Kim, Research Department, World Institute of Kimchi, Gwangju 503-360, Korea

E-mail: hjkim@wikim.re.kr

Tel: +82-62-610-1725

Fax: +82-62-610-1850

RM 2010, Kim KH 등 2012), 삼채의 생리활성에 관한 연구는 삼채 뿌리 메탄올 추출물이 LPS에 의해 유도된 RAW264.7 세포에 대한 항염증 효과(Kim CH 등 2012) 등 일부 연구만 이루어져 있는 실정이므로 생리활성 기능 및 기전 구명을 통한 과학적 근거 마련이 필요하다. 또한 최근 들어 곰팡이, 효모, 유산균 및 버섯류와 같은 유익한 미생물을 활용한 발효기술로 원료의 생리활성을 높이는 연구가 이루어지고 있다(Lee TS와 Han EH 2000, Kim H 등 2012).

따라서 본 연구에서는 유산균 및 효모를 활용하여 발효 시킴으로써 삼채의 맛과 기능성을 증진시켜 고부가가치 식품으로 개발하고, 발효라는 가공 조건을 통해 가지는 생리활성에 대한 기초자료를 얻고자 발효 균주에 따른 삼채 뿌리 열수추출물의 항산화 활성을 비교분석하였다.

II. 재료 및 방법

1. 발효 균주에 따른 삼채뿌리 제조

미생물을 배양하여 농축분말을 제조하기 위해 유산균류인 *Lactobacillus acidophilus* MG501와 *Bifidobacterium longum* MG723, 장내 균류인 *Enterococcus faecium* MG89, *Streptococcus thermophilus* MG510, 효모인 *Saccharomyces cerevisiae* MG111을 액체배지에 접종하여 계대배양 후 고체배지에 분산시키고 25~30°C에서 24~48시간 건조시켜 분말로 만들었다. 과일 발효액 제조를 위해 무농약 재배된 성숙되기 전 녹색을 띤 상태의 감을 율하시에 세척 및 건조하고 발효 용기에 담아 무정제 설탕을 가하여 밀봉한 후, 직사광선을 피한 서늘하고 통풍이 원활한 장소에서 6개월 이상 발효시킨 다음, 상층액을 취하고 무명으로 여과시켰다. 각각 제조된 미생물 농축 분말 및 과일 발효액을 이용하여 복합발효액을 제조하였으며, 이는 미생물 분말을 $1 \times 10^{8-9}$ cfu/g로 2 g을 취하여 정제수 50 mL에 넣고 실온에서 교반하여 균질하게 혼합하였다. 즉, 유산균수의 경우 식품공전(Korea Food and Drug Administration 2011)의 방법에 따라 MRS(Lactobacilli MRS agar, BD Difco, Sparks, NV, USA) 배지에 bromocresol purple(BCP, Samchun chemical, Pyeongtaek, Korea) 지시약을 25 ppm으로 넣어 제조한 배지를 사용하여 단계별로 희석한 시료를 접종한 후 pouring culture method로 30°C에서 48시간 배양하고 발색반응을 나타낸 colony를 계수하였다. 미생물 균질액에 과일 발효액 1 g을 취하여 정제수 50 mL에 넣고 실온에서 교반하여 균질 혼합하였다. 미생물 발효액 50 mL과 과일 발효액 50 mL에 정제수를 900 mL 넣어 전량을 1,000 mL로 제조하였다. 건조 삼채뿌리 200 g을 발효용 트레이에 넣고 미생물·과일 복합발효액 400 mL에 침지하여 실온에서 24시간 방치시킨 후, 발효조 내부 선반에 올려놓고 40~50°C를 유지하면서 3일 동안 1차

발효시켰으며 1차 발효시킨 삼채 뿌리에 미생물·과일 복합발효액 300 mL을 스프레이로 고르게 분사한 후 실온에서 24시간 동안 방치하고 다시 발효조 내부 선반에 올려놓고 40~50°C를 유지하면서 3일 동안 2차 발효시킨 후 동일 과정을 한 번 더 반복하여 3차 발효를 시켜 발효숙성 삼채뿌리를 제조하였다.

2. 발효 균주에 따른 삼채뿌리 열수 추출물 제조

발효 균주에 따른 삼채뿌리 열수추출물의 항산화 활성을 확인하기 위하여 발효시키지 않은 삼채뿌리(이하 S-0), *Lactobacillus acidophilus* MG501 발효 삼채뿌리(이하 F-1), *Bifidobacterium longum* MG723 발효 삼채뿌리(이하 F-2), *Enterococcus faecium* MG89 발효 삼채뿌리(이하 F-3), *Streptococcus thermophilus* MG510 발효 삼채뿌리(이하 F-4), *Saccharomyces cerevisiae* MG111 발효 삼채뿌리(이하 F-5)의 열수추출물을 제조하였다. 제조 방법은 각각 50 g의 발효삼채를 분쇄한 후, 분말과 증류수를 1:9의 비율로 취하여 95~100°C 조건 하의 추출용 수조에서 4시간 추출 후 여과하여 1차 여액을 얻었다. 동일 과정을 1회 더 반복하여 얻은 여액을 합하여 동결건조하여 사용하였다.

3. DPPH에 의한 유리기 소거 효과의 측정

발효 균주에 따른 삼채뿌리 열수추출물의 유리기 소거 효과는 Blois MS(1958)의 방법에 따라 DPPH(1,1-diphenyl-2-picryl-hydrazyl)에 대한 전자공여능(electron donating ability)으로 분석시료에 대한 환원력을 측정하였으며, 발효 균주에 따른 삼채뿌리 열수추출물이 DPPH 유리기를 50% 소거하는데 필요로 하는 농도(IC₅₀, Inhibition concentration)를 측정하였다. 즉, 삼채식이소재들의 열수추출물과 동량의 증류수를 혼합하여 여과지로 여과한 후 이 여액 100 µL를 96 well plate에 넣은 후, 메탄올에 용해시킨 DPPH(α , α' -diphenyl- β -picryl-hydrayl) solution 600 µM을 100 µL 넣어 반응시킨다. 이를 실온에서 10분간 반응시킨 후 ELISA reader(Infinite M200PRO, Tecan Group Ltd., Mannedorf, Swizerland)로 517 nm 파장에서 흡광도의 변화를 측정하였다.

4. ABTS에 의한 유리기 소거 효과의 측정

발효 균주에 따른 삼채뿌리 열수추출물의 ABTS 유리기 소거 활성은 Re R 등(1999)의 방법에 의하여 측정하였다. 7.4 mM 2,2-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline)-6-sulfonic acid ammonium salt) ABTS와 2.45 mM potassium persulfate를 최종 농도로 혼합하여 실온인 암소에서 24시간 동안 방치하여 ABTS²⁺ 형성시킨 후 734 nm에서 흡광도 값이 1.5(±0.1)이 되게 메탄올로 희석시켰다. 삼채뿌리 열

수추출물 10 μL 를 96 well plate에 넣은 후, ABTS radical solution을 200 μL 를 넣어 실온의 암소에서 30분간 반응시켰다. 대조군에는 시료 대신 메탄올을 첨가하고 734 nm에서 흡광도를 측정하여 추출물의 ABTS(%) 값을 50% 감소시키는 IC_{50} (50% Inhibition concentration) 값으로 표현하였다.

5. 총 페놀성 화합물 함량

총 페놀성 화합물 함량은 Folin-Denis법(Folin O와 Denis W 1915)에 의하여 측정하였다. 96 well plate에 추출하여 얻은 시료 80 μL 와 2% Na_2CO_3 를 100 μL 을 가하여 혼합하고 실온에 3분간 방치하였다. 여기에 20 μL 50% Folin-Ciocalteus phenol reagent를 첨가하여 잘 혼합한 후 30분간 실온에 반응시킨 뒤, 반응용액을 750 nm에서 흡광도를 측정하였다. 삼채 뿌리 열수추출물의 페놀 함량은 1 mg에 해당하는 mg tannic acid equivalent(TAE, dry basis)로 환산하여 나타내었다.

6. 총 항산화력 측정

총 항산화력 측정은 Dunyaporn Trachootham 등(2008)의 방법에 따라 OxiSelect™ Total Antioxidant Capacity (TAC) Assay Kit(Cell BioLabs, Inc., San Diego, CA, USA)를 이용하여 측정하였다. 20 μL 의 표준액 또는 시료를 96 well plate에 첨가한 후 180 μL 의 1× Reaction Buffer를 첨가하여 잘 혼합하여 반응시킨 후 490 nm에서 흡광도를 측정하였다. 50 μL 의 1× Copper Ion Reagent를 첨가한 후 5분간 반응시킨 후 50 μL 의 stop solution을 넣어 반응을 종료시킨 다음 490 nm에서 흡광도를 측정하였다. 총 항산화력 측정을 위해 표준물질 uric acid의 반응을 표준곡선으로 하여 각각의 총 항산화력으로 계산하여 나타내었다.

7. 통계학적 검정

각 실험은 3회 이상의 반복 실험을 통하여 결과를 얻어 각각의 시료 농도에 대한 평균±표준편차로 나타내었다. 각 시료 농도군에 대한 유의 검정은 GraphPad Prism 5 프로그램(Graphpad Software, San Diego, CA, USA)을 이용하여 검정하였으며, One-way ANOVA의 Bonferroni post hoc test를 이용하여 그룹간의 차이를 통계처리한 후, $p < 0.05$ 수준에서 유의성을 검정하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 발효 균주에 따른 삼채뿌리 열수 추출물 제조

발효 균주에 따른 삼채뿌리 열수추출물의 항산화능 비교를 위하여 대표 다섯 균주로 발효시킨 삼채 뿌리 열수

추출물을 제조한 후, 고형물의 수율을 확인하였다. 그 결과 S-0는 20.9%, F-1은 46.0%, F-2는 47.3%, F-3은 46.0%, F-4는 42.0%, F-5는 51.5%로 나타났다.

2. 발효 균주에 따른 삼채뿌리 열수추출물의 DPPH 유리기 소거 활성

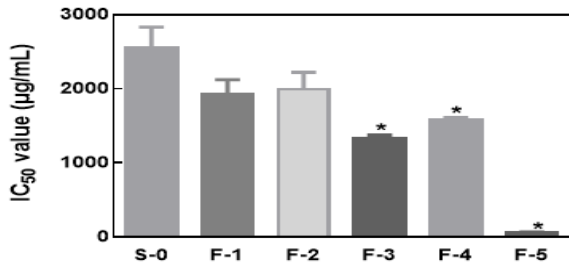
DPPH 라디칼 소거능은 자유 라디칼인 DPPH 시약을 이용하여 시료의 항산화 능력을 측정하는 실험으로 (Bondet V 등 1997), 발효 균주에 따른 삼채뿌리 열수추출물의 DPPH 유리기 소거 활성을 비교하여 분석하였다. 그 결과 Fig. 1 (a)과 같이 IC_{50} 값으로 비교해본 결과, 발효시키지 않은 미숙성 삼채 뿌리인 S-0의 경우, 2552.0 $\mu\text{g/mL}$ 로 가장 높게 나타났으며, F-2는 1993.2 $\mu\text{g/mL}$, F-1은 1916.0 $\mu\text{g/mL}$, F-4는 1573.2 $\mu\text{g/mL}$, F-3은 1332.7 $\mu\text{g/mL}$, F-5는 57.6 $\mu\text{g/mL}$ 순으로 낮게 나타났으며, F-3, F-4, F-5가 S-0에 대해 유의적인 차이를 보였으며, F-5의 DPPH 유리기 소거 활성에 대한 IC_{50} 값이 가장 낮게 나타났다.

3. 발효 균주에 따른 삼채뿌리 열수추출물의 ABTS 유리기 소거 활성

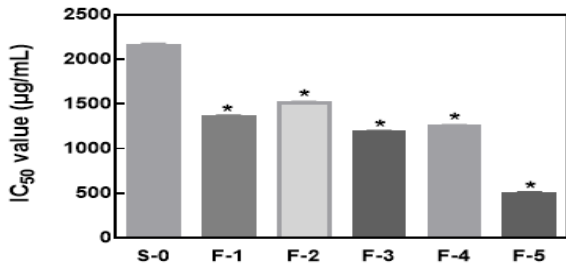
ABTS 라디칼 소거능은 potassium persulfate와 ABTS 시약의 반응에 의해 생성된 ABTS 자유 라디칼이 시료 내의 항산화 성분에 의해 소거되는 원리를 이용하여(Re R 등 1999), 발효 균주에 따른 삼채뿌리 열수추출물의 ABTS 유리기 소거 활성을 비교하여 분석하였다. 그 결과 Fig. 1 (b)와 같이 IC_{50} 값으로 비교해본 결과, S-0의 경우 2157.8 $\mu\text{g/mL}$ 로 가장 높게 나타났으며, F-2는 1513.4, F-1은 1361.0, F-4는 1246.6, F-3은 1188.2, F-5는 493.8 $\mu\text{g/mL}$ 순으로 나타났다. 또한 F-1, 2, 3, 4, 5 모두 S-0에 대해 유의적인 차이를 보였으며, F-5의 DPPH 유리기 소거 활성에 대한 IC_{50} 값이 가장 낮게 나타나, DPPH 유리기 소거 활성능 결과와 유사하게 나타났다. 이러한 결과는 발효 공정을 통해 삼채 뿌리의 항산화 활성이 증가되었기 때문이라고 사료된다.

4. 발효 균주에 따른 삼채뿌리 열수추출물의 total phenolic acid 함량 측정

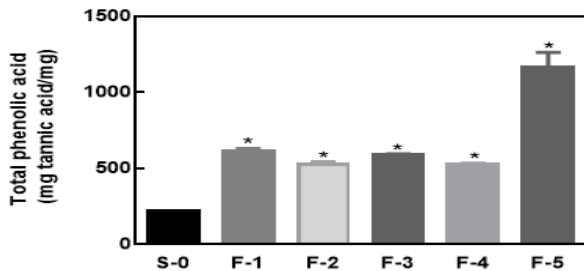
페놀성 화합물이라 함은 방향족 화합물에 하이드록실기(-OH)가 결합한 화합물으로써, 활성산소에 노출되면 DNA, 세포구성 단백질 및 효소의 손상을 보호하는 항산화, 항암작용 등을 나타내는 것으로 알려져 있다. 발효 균주에 따른 삼채뿌리 열수추출물의 총 페놀성 화합물 함량을 Fig. 1(c)에 나타내었다. S-0의 경우 219.9 mg TAE/g의 총 페놀성 화합물 함량을 나타낸 반면, *S. cerevisiae* MG111로 발효시킨 F-5에서 1162.0 mg TAE/g로 가장 높게 나타



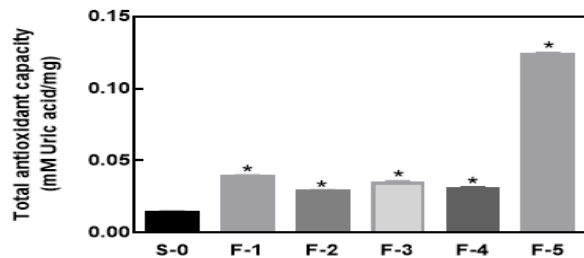
(a) DPPH radical scavenging activity of hot water extract from *Allium hookeri* root with starter cultures



(b) ABTS radical scavenging activity of hot water extract from *Allium hookeri* root with starter cultures



(c) Total phenolic acid contents of hot water extract from *Allium hookeri* root with starter cultures



(d) Total antioxidant capacity of hot water extract from *Allium hookeri* root with starter cultures

Fig. 1. DPPH (a) and ABTS radical scavenging activity (b), Total phenolic acid contents (c) and Total antioxidant capacity (d) of hot water extract from *Allium hookeri* root with starter cultures (S-0; Unfermented, F-1; Fermented *Lactobacillus acidophilus* MG501, F-2; Fermented *Bifidobacterium longum* MG723, F-3; Fermented *Enterococcus faecium* MG89, F-4; Fermented *Streptococcus thermophilus* MG510, F-5; Fermented *Saccharomyces cerevisiae* MG111). The values are expressed as means±standard deviation of triplicate tests. * p (0.05 indicate statistically significant differences from the S-0).

났으며, 다음으로 F-1는 611.4 mg TAE/g, F-3는 589.1 mg TAE/g, F-2는 528.0 mg TAE/g, F-4는 524.2 mg TAE/g의 순으로 나타났다. 발효 균주에 상관없이 발효시킨 삼채뿌리 열수추출물 모두에서 발효시키지 않은 삼채뿌리 열수추출물에 비해 유의적으로 증가하는 것을 알 수 있었으며 ($p < 0.05$), 특히 *S. cerevisiae* MG111로 발효시킨 삼채뿌리 열수추출물의 총 페놀성 화합물 함량은 대조군인 S-0에 비해 5배 이상 높게 나타났다. 이와 같은 결과는 단백질과 결합된 고분자의 페놀성 화합물이 균주를 달리하여 발효함에 따라 결합이 파괴 또는 새로운 페놀성 화합물이 생성된 것으로 사료된다.

5. 발효 균주에 따른 삼채뿌리 열수추출물의 총 항산화능 측정

발효 균주에 따른 삼채뿌리 열수추출물의 총 항산화능을 측정하여 Fig. 1(d)에 나타내었다. 발효를 하지 않은 삼채뿌리 열수추출물인 S-0의 경우, 0.014 mM Uric acid/mg으로 나타났으며, F-5에서 0.124 mM Uric acid/mg으로 가장 높게 나타났으며, 다음으로 F-1는 0.039 mM Uric acid/mg, F-3는 0.034 mM Uric acid/mg, F-4는 0.031 mM Uric acid/mg, F-2는 0.029 mM Uric acid/mg의 순으로 나타났다. 총 항산화능 측정 결과 역시, 앞서 언급된 실험의 결과와 동일하게 F-5에서 유의적으로 가장 높게 나타났으며, S-0에 비해 8.8배 이상 높게 나타나 우수한 항산화능을 나타내었다.

본 연구 결과, S-0인 미발효 삼채뿌리에 비해 다양한 균주를 이용하여 발효한 모든 F의 경우 높은 항산화능을 나타냈으며, 그 중 *S. cerevisiae* MG111로 발효시킨 삼채뿌리 열수추출물인 F-5의 경우 우수한 유리기 소거 활성을 보이며, 총 페놀성 화합물 함량이 가장 높게 나타났으며, total antioxidant capacity 또한 가장 우수하게 나타나 천연 항산화제 후보 소재로서 활용할 수 있을 것으로 기대되어지며, 추후 기능성에 대한 효능과 분자생화학적 수준에서 더 연구해야 할 필요성이 있는 것으로 사료된다.

IV. 결론

본 연구에서는 발효 균주에 따른 삼채뿌리의 항산화 활성을 살펴보기 위하여, 이들의 열수추출물에 대한 DPPH 및 ABSTs 유리기 소거능, 총 페놀성 화합물 함량, 총 항산화능을 측정하였다. 발효하지 않은 삼채뿌리에 비하여 다양한 균주를 이용하여 발효한 삼채뿌리 열수추출물의 항산화 활성 효능이 우수하였으며, 그 중 *S. cerevisiae*로 발효시킨 삼채뿌리 열수추출물인 F-5에서 DPPH 유리기 소거능, ABSTs 유리기 소거능, 총 페놀성 화합물 함량, 총 항산화 활성 모두 유의적으로 가장 우수한 효과를 나타냈다. F-5의 경우, DPPH 유리기 소거능에서 S-0에 비

해 IC₅₀의 농도가 44.3배, ABTS 유리기 소거능에 대한 IC₅₀의 농도는 4.3배 낮게 나타났으며, 총 페놀성 화합물 함량은 5.2배, 총 항산화능은 8.8배 이상 높게 나타났다. 대표적인 다섯 균주를 이용하여 삼채 뿌리에 발효시켜 항산화 활성을 본 결과, *S. cerevisiae*로 발효시키는 것이 가장 효과적이라고 판단되며, 생리활성 증대를 위한 발효 균주 선발은 매우 중요한 연구라고 사료된다. 본 연구의 기초결과를 토대로 선발된 발효 삼채 뿌리 추출물은 다양한 항산화 모델에서 효능을 나타내어 기능성 식품원료로서의 활용도가 매우 넓을 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 2014년 국가농업 R&D 어젠다 연구개발사업(PJ010490)의 지원에 의하여 수행되었으며 이에 감사드립니다.

References

- Ayam VS. 2011. *Allium Hookeri*, Thw. Enum. A lesser known terrestrial perennial herb used as food and its ethnobotanical relevance in Manipur. Afr J Food Agric Nutr Dev 11(6): 5389-5412
- Banerjee SK, Maulik SK. 2002. Effect of garlic on cardiovascular disorders: a review. Nutr J 1:4
- Blois MS. 1958. Antioxidant determination by the use of a stable free radical. Nature 181:1199-1200
- 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(6):609-615
- Bouayed J, Bohn T. 1999. Exogenous antioxidants - Double-edged swords in cellular redox state: Health beneficial effects at physiologic doses versus deleterious effects at high doses. Oxid Med Cell Longev 3(4):228-237
- Decker EA, Crum AD, Calvert JT. 1992. Differences in the antioxidant mechanism of carnosine in the presence of copper and iron. J Agr Food Chem 40(5):756-759
- Dunyaporn Trachootham, Weiqin Lu, Marcia A. Ogasawara, Nilsa Rivera-Del Valle, and Peng Huang. 2008. Redox regulation of cell survival. Antioxid Redox Signal 10(8): 1343-1374
- Folin O, Denis W. 1915. A colorimetric method for the determination of phenols (and phenol derivatives) in urine. J Biol Chem 22(2):305-308
- Halliwell B, Gutteridge JMC. 1999. Free Radicals in Biology and Medicine. Oxford University Press, New York, NY, USA. pp 246-350
- Hsu CC, Huang CN, Hung YC, Yin MC. 2004. Five cysteine-containing compounds have antioxidative activity in Balb/c mice. J Nutr 134:149-152
- Kang HJ, Mok JY, Cho JK, Jeon IH, Kim HS, Park JM, Jeong SI, Shim JS, Jang SI. 2012. Protective effects of leaf and flower extracts from *Cirsium japonicum* var. *ussuriense* on oxidative damage in normal human erythrocytes and plasma. Korean J Pharmacogn 43(1):66-71
- Keusgen M. 2002. Health and alliums. In *Allium Crop Science-Recent Advances*. CABI, Wallingford, UK. pp 357-378
- Kim CH, Lee MA, Kim TW, Kang JY, Kim HJ. 2012. Anti-inflammatory effect of *Allium hookeri* root methanol extract in LPS-induced RAW264.7 cells. J Korean Soc Food Sci Nutr 41(11):1645-1648
- Kim H, Yoon HS, Jeong JH, Jeong HS, Hwang JH, Yu KW. 2010. Enhancement of immunostimulation by fractionation of active polysaccharide from fermented ginseng with *Phellinus linteus Mycelium* in solid culture. Korean J Food Sci 42(2):223-232
- Kim KH, Kim HJ, Byun MW, Yook HS. 2012. Antioxidant and antimicrobial activities of ethanol extract from six vegetables containing different sulfur compounds. J Korean Soc Food Sci Nutr 41(5):577-583
- Korea Food and Drug Administration. 2011. Food Code. Korea Food and Drug Administration, Seoul, Korea. p 163, p 174
- Lee TS, Han EH. 2000. Volatile flavor components in mash of *taekju* prepared by using *Rhizopus japonicus nuruks*. Korean J Food Sci Technol 32(3):691-698
- Machowetz A, Poulsen HE, Gruendel S, Weimann A, FitM, Marrugat J, de la Torre R, Salonen JT, Nyssnen K, Mursu J, Nascetti S, Gaddi A, Kiesewetter H, Bumler H, Selmi H, Kaikkonen J, Zunft HJ, Covas MI, Koebnick C. 2007. Effect of olive oils on biomarkers of oxidative DNA stress in Northern and Southern Europeans. FASEB J 21(1):45-52
- Re R, Pelligrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice-Evans C. 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. Free Radical Bio Med 26(9-10):1231-1237
- Tanaka H, Dinunno FA, Monahan KD, Clevenger CM, DeSouza CA, Seals DR. 2000. Aging, habitual exercise, and dynamic arterial compliance. Circulation 102:1270-1275
- Valko M, Leibfritz D, Moncol J, Cronin MT, Mazur M, Telser J. 2007. Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease. Int J Biochem Cell Biol 39(1):44-84
- Vazquez-Prieto MA, Miatello RM. 2010. Organosulfur compounds and cardiovascular disease. Mol Aspects Med 31(6):540-545
- Welch C, Wuarin L, Sidell N. 1992. Antiproliferative effect of the garlic compound S-allyl cysteine on human neuroblastoma cells in vitro. Cancer Lett 63(3):211-219

Received on Nov.12, 2014 / Revised on Jan.2, 2015 / Accepted on Jan.2, 2015