

## 유채박의 이화학적 특성 및 항산화 효과

김선미, 나명순\*

# Physicochemical Properties and Antioxidative Activities of Rapeseed Meal

SunMi Kim and MyungSoon Na\*

접수: 2013년 4월 8일 / 게재승인: 2013년 4월 17일  
© 2013 The Korean Society for Biotechnology and Bioengineering

**Abstract:** This research was to investigate physicochemical properties and antioxidative activities of rapeseed meal for the development of functional cosmetic material. Seventeen kinds of amino acid at rapeseed meal were found and glutamic acid concentration was significantly the highest (28.4 mg/g), followed by glycine, proline, arginine, isoleucine, and aspartic acid. Among various vitamins, cloline content was the highest (459.1 mg/kg), followed by niacin, tocopherol, and pantothenic acid. Among various fatty acids of rapeseed meal, oleic acid was the highest (36.7%), followed by linoleic acid and linolenic acid. DPPH radical scavenging activities of methanol and acetone extract of rapeseed meal at 2.0 mg/mL were 80.4 and 78.9%, respectively. The methanol and acetone extracts of rapeseed meal were a stable at the range of pH 3-9 on DPPH radical scavenging activity. The maximum reducing powers of methanol and acetone extract of rapeseed meal at 4.0 mg/mL were 0.7 and 0.68 OD 700 nm, respectively. The maximum superoxide inhibition activities of hot water, acetone, and methanol extract of rapeseed meal were 70.2, 75.2, and 81.4%, respectively. These results showed that the methanol and acetone extract of rapeseed meal can be used as a new source of functional cosmetic material.

**Keywords:** Rapeseed Meal, Nutritional Value, Antioxidant Activity, Functional Cosmetic Material

조선대학교 산업대학원 미용향장학과  
Department of Beauty and Cosmetology Graduate School of Industry  
Chosun University, Gwangju 501-759, Korea  
Tel: +82-62-230-6430, Fax: +82-62-232-9065  
e-mail: najieun1959@hanmail.net

### 1. 서론

급속히 변화하는 사회 환경은 우리의 의식주 변화와 함께 서구화된 생활 패턴으로 바뀌면서 성인병 및 만성 퇴행성 질환이 증가하는 추세이다. 인체에 존재하는 산소는 stress를 받게 되면 superoxide, hydrogen peroxide, hydroxy radical 등의 반응성이 높은 활성 산소종으로 변하게 된다. 인체는 반응성이 높고, 독성을 지닌 활성 산소종으로부터 자기신체를 보호하기 위하여 catalase, superoxide dismutase, glutathione 등의 항산화효소와 ascorbate,  $\alpha$ -tocopherol, glutathione 등의 항산화 물질을 생산한다 [1]. 피부의 superoxide dismutase (SOD) 역할을 보면 SOD에 의해 생성된  $H_2O_2$ 는 peroxidase나 catalase에 의하여 무해한 물 분자와 산소분자로 전환시켜 산소상해로부터 생체를 보호하는 기능으로 알려져 있다. 가장 독성이 강한 hydroxy radical 생성을 예방하는 작용을 하여 현재 항염 소재나 피부 노화 방지를 위한 미용소재로 화장품 등의 첨가제로서 사용되어지고 있다 [2]. SOD는 사람과 동물의 장기와 혈액 내에 존재하는 생리활성 효소로 유해산소를 제거하는 역할을 하게 되며 phytochemical에 속하는 물질이 SOD와 유사 역할을 하여 superoxide radical의 반응성을 억제하여 생체를 보호한다 [3,4]. 식물계에 존재하는 항산화 물질은 식품, 의약품, 화장품산업 등에 널리 이용되고 있다. 특히 피부 노화방지와 관련이 깊은 항산화 물질은 동식물계에 널리 분포되어 있으며, 과일과 채소에 많은 phenol성 화합물, flavone 유도체, tocopherol, ascorbic acid, selenium과 같은 항산화 물질은 지방의 산화를 지연시키거나 방지하며 노화방지에도 중요한 역할을 한다 [5]. 생체 내에서 에너지 생산을 위한 산화 과정 중에 상당량의 활성산소들이 생성된다. 이들 활성산소는 생체 내 제거기전에 의해 대부분 소멸되지만 순간적으로 활성산소가 다량으로 발생되거나 만성적으

로 활성산소가 발생되어 항산화 방어계의 균형이 깨지면 각종 질환의 원인이 된다 [6]. 피부에서도 마찬가지로 시간의 진행에 따라 일어나는 퇴행성 변화나 햇빛에 의한 손상으로 생리학적인 질서가 파괴되고 콜라겐과 엘라스틴의 새로운 합성이 저하되어 피부탄력과 수분 보유량이 떨어지고 피부 주름과 색소침착이 일어나게 된다 [7]. 피부노화를 지연시키고 억제하기 위해서는 생체 내 뿐만 아니라 피부에서의 과잉 활성산소 종을 억제하고 활성산소를 효율적으로 제거할 수 있는 항산화 방어시스템이 필요하다.

유채 (*Brassica napus napobrassica*)는 십자화과 (Brassicaceae)에 속하며, 캐나다, 아르헨티나, 인도 등에서 다량으로 재배되고 있는 유종실 작물이며, 국내에서는 제주도 전역과 남부 지역에서 재배되고 있는 중요한 식물자원이다. 특히 유채는 거의 모든 부분 (유채대, 유채씨, 유채유성분, 유채박)을 산업에 직간접적으로 활용 할 수 있는 에너지 작물이며 주로 종실로부터 기름을 짜서 이용하는 유지 작물중 하나이다. 국내에서도 이러한 유채씨로부터 유채유를 생산하고 있으며 최근 유채씨와 같은 친환경 원료를 활용한 대체에너지 또는 신재생에너지로서 바이오디젤생산에 관한 연구가 진행되면서 보다 경제적인 활용으로의 관심이 여러 분야에 집중되고 있다 [8, 9]. 그러나 국내의 유채박을 이용하여 항산화에 관한 연구는 아직 미비한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 유채씨로부터 유채유를 생산하는 과정 중에서 부산물로 발생하는 유채박을 화장품 원료로 활용하기 위한 기초 연구로서 유채박의 일반성분 분석과 여러 추출 조건에 의한 항산화 활성을 검토하였다.

## 2. 재료 및 방법

### 2.1. 시료

본 실험에 사용한 시료는 2011년 전남 해남에서 채집한 유채씨앗을 제공받은 즉시 분쇄하여 유채박 100 g당 헥산 100 mL을 넣어 24시간후에 탈기한 유채박을 시료로 사용하였다.

### 2.2. 열수 추출물

유채박 200 g을 정제수 200 mL에 혼합한 후 1시간 동안 가열하여 추출하여 whatman No. 2 (USA) 여과지로 여과하고 여액을 80°C에서 감압 농축 (N-1000, EYELA, Tokyo, Japan) 후, 동결 건조하여 추출물 38 g 시료로 사용하였다.

### 2.3. 메탄올 추출물

유채박 200 g을 메탄올 (95%) 200 mL에 실온에서 24시간 혼합한 후 추출하였다. 추출액을 Whatman No. 2 (USA) 여과지로 여과하고 여액을 50°C에서 감압농축 후, 동결 건조 하여 추출물 28.9 g 시료로 사용하였다.

### 2.4. 아세톤 추출물

유채박 200 g을 아세톤 200 mL에 실온에서 24시간동안 혼합

한 후 추출하였다. 추출액을 whatman No. 2 (USA) 여과지로 여과하여 30°C에서 감압농축 후 동결 건조하여 추출물 24 g 시료로 사용하였다.

### 2.5. 일반성분 분석

A. O. A. C. 방법 [10]에 준하여 수분은 105°C에서 상압가열 건조법, 조단백질은 micro-kjeldahl법 이용하여 전질소량을 정량하고 질소계수 6.25를 곱하여 조단백질로 하였으며, 조지방은 soxhlet추출법, 회분은 550°C 회화법으로 분석하였고, 탄수화물은 100에서 수분, 조단백질, 조지방 및 회분량을 감하여 나타 내었다.

### 2.6. 아미노산 분석

분해관에 유채박 0.5 g과 HCl(6N) 3 mL를 취하여 탈기하고 121°C에서 24시간동안 가수분해시켰다. 필터여과 후 용액을 rotary vacuum evaporator로 감압 농축하여 sodium phosphate buffer (pH 7.0)으로 10 mL로 정용한 후 1 mL를 취하고 membrane filter (0.2 μM)로 여과한 다음 아미노산 자동분석기 (Biochrom 20, pharmacia biotech; buffer solution: sodium phosphate buffer (pH 7.0); reagent: ninhydrine)로 분석하였다.

### 2.7. 유리당 분석

동근 삼각 플라스크에 유채박 1 g과 에탄올 (80%) 50 mL를 취하여 75°C에서 5시간 가열한 다음 whatman filter paper (No. 2)로 여과하고 여액을 rotary vacuum evaporator에서 감압농축한 후 10 μL로 정용하여 이온크로마토그래피 (Model: Dionex 600 Ion chromatography, Colum: carbo PacTM- PA10 analytical, carbo pacTM- PA10; Guard: carboPac™-PA10, 4 × 50 mm; Eluent; 18 mM NaOH /1L; flow rate; 1.0 mL/min; detection; ED50 intergrated amperometry)로 분석하였다.

### 2.8. 지방산 분석

유채박 5 g을 warming blender로 균질화한 다음 클로로포름 10 mL와 메탄올 20 mL을 가하고 2분간 균질화 후 클로로포름 10 mL을 가하여 30초간 분사시켰다. 여과 후 30분간 방치한 다음 상층을 제거하고 무수 Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>를 가하여 탈수 후 rotary vacuum evaporator로 감압 농축하였다. 지방 100 mg을 취하여 톨루엔 5 mL에 용해시키고 BF<sub>3</sub>-MeOH으로 메칠화하여 gas chromatography (GLC Shimadzu Co., JAPAN; SP™-2560 capillary colum (100 mm length × 0.25 mm i.d. × 0.25 μm film thickness); column temp: 170°C (5 min) to 250°C (10 min) at 4°C/ min; injector temp: 230°C; detector temp: FID 270°C; split ratio: 1 : 50)로 분석하였다.

### 2.9. 비타민 분석

동근 삼각 플라스크에 유채박 0.5 g 및 에탄올 5 mL를 가하여 80°C에서 10분간 가열한 다음 KOH (50%) 0.25 mL을 첨가하고 20분간 가열 후 증류수 24 mL와 헥산 5 mL을 가해 1,150 × g에서 20분간 원심분리 하였다. 상등액을 분리 후 헥

산 40 mL를 가하고 원심분리 하여 상등액을 분리한 다음 증류수를 가해 10분간 방치 후 하층을 제거하였다. 이 과정을 3회 반복 후 전용액을 합하여 무수 Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>를 가해 탈수하고 rotary vacuum evaporator로 3 mL까지 감압 농축한 후 HPLC (Shimadzu SCL-10avp, Shim-pack GLC-ODS(M)25 cm; eluent: acetonitrile:isopropanol = 95:5; flow rate: 1 µL/min; detection: retinol:SPD-10A (UV-VIS detector 254 nm)로 비타민 함량을 분석하였다.

**2.10. 무기질 분석**

동근 삼각 플라스크에 유채박 0.5 g과 질산 (20%) 10 mL 및 HClO<sub>4</sub> (60%) 3 mL를 가하여 투명해 질 때까지 가열 후 질산 (0.5 M)으로 50 mL로 정용하였다. 분석항목별 표준용액을 혼합하고 다른 vial에 8 mL씩 취하여 표준용액으로 하였고 대조구로 질산 (0.5 M)을 사용하였으며 atomic absorption spectrophotometer (A4-6501GS, SHIMADZU)을 이용하여 분석하였다.

**2.11. 항산화 활성 측정**

DPPH 라디칼 소거활성은 Blois 방법 [11]을 약간 변형하여 측정하였다. 유채박 추출물 100 µL를 에탄올로 각 농도별로 조제한 용액에 1.5 × 10<sup>-4</sup> M의 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH)와 에탄올을 일정량씩 가하였다. 10초간 진탕한 후 37°C에서 30분간 방치한 후 microplate reader를 이용하여 515 nm에서 흡광도를 측정하였다. 대조약물은 L-ascorbic acid를 사용하였다. 항산화 효과는 시료를 첨가하지 않은 대조군의 흡광도와 비교하여 그래프로 나타내었다. 각 시료에 대한 DPPH Free Radical 소거능을 측정하였다.

$$DPPH (\%) = (A - B) / (A) \times 100$$

A: Absorbance of the control

B: Absorbance of the sample

**2.12. 환원력 측정**

환원력은 Oyaizu의 방법 [12]에 따라 측정하였으며, 항산화 물질에 대한 철 이온의 환원력을 측정하는 것이다. 인산염 완충 용액 (0.2 M, pH 6.6) 1 mL에 유채박 추출물 1 mL와 potassium ferricyanide (1%) 1 mL을 가하고 이 혼합물을 50°C에서 20분간 반응을 시킨 후, trichloroacetic acid (10%) 1 mL을 넣었다. 반응이 끝난 혼합물을 12,000 rpm에서 원심분리 하여 얻은 상등액 1 mL와 증류수 1 mL을 넣고 염화철 (0.1%) 0.1 mL을 가하여 700 nm에서 흡광도를 측정하였다.

**2.13. Superoxide 억제 활성 측정**

Superoxide anion 소거활성은 PMS/NADH system을 이용하여 생성된 superoxide anion의 양을 NBT 환원법으로 517 nm에서 측정하였다 [13]. 반응액은 각 유채박 추출물 50 µL에 125 µM NADH와 63 µM의 NBT를 PBS (pH 8.4) 150 µL에 잘 혼합한 후 8 µM의 PMS 100 µL을 첨가하여 superoxide 생

성을 유도하였다. Superoxide anion 소거활성은 각각 생성된 superoxide의 흡광도를 시료를 가하지 않은 대조구와 비교하여 저해활성도 (%)로 나타내었다.

**3. 실험 결과**

**3.1. 일반성분**

유채씨를 파쇄하고 껍질을 제거한 후 핵산을 이용하여 지방 성분을 제거한 후 유채박을 제조 하였다. 제조된 유채박의 일반 성분은 Fig. 1과 같다. 유채씨의 수분은 10.1%였고 조단백질 및 조지방은 각각 20.1%와 42.9%로 나타났다. Ash와 탄수화물 (carbohydrate)은 각각 6.7%와 23.9% 나타났다. 그러나 유채박의 단백질은 40.5%이었고, 이것은 유채씨보다도 약 2.0배 증가하였다. 탄수화물은 38.9%이었고, 이것은 유채씨보다도 1.6배 증가하였고 이는 유채의 지방 성분 제거에 의한 농축 효과로 사료된다.

**3.2. 유리 아미노산**

유채박의 유리 아미노산 조성은 Fig. 2와 같다. 분석한 결과 17종의 아미노산을 함유하고 있으며 필수 아미노산 농도

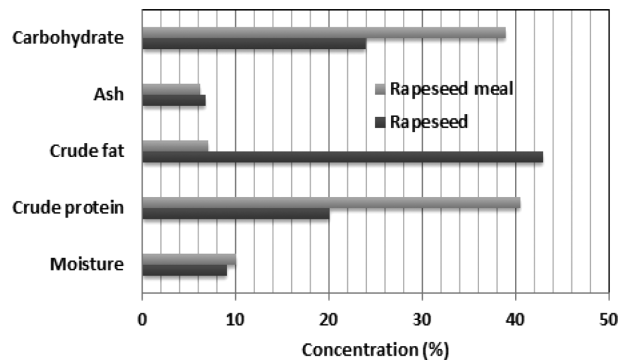


Fig. 1. Proximate composition of rapeseed and rapeseed meal.

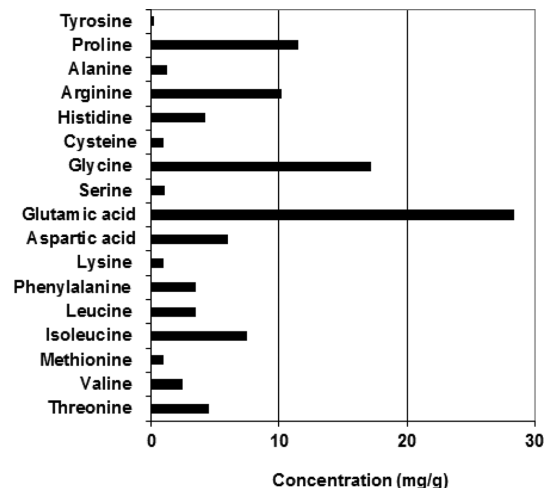


Fig. 2. Amino acid composition of rapeseed meal.

(23.5 mg/g)는 isoleucine (7.5 mg/g) > threonine (4.5 mg/g) > leucine (3.5 mg/g) > phenylalanine (3.4mg/g) > valine (2.5 mg/g), Lysine (1.2 mg/g) > Methionine (1.0 mg/g) 순 이었다. 그러나 다른 아미노산 농도는 glutamic acid 농도가 28.4 mg/g로 가장 높았고 glycine (17.2 mg/g) > proline (11.5 mg/g) > arginine (10.2 mg/g) > aspartic acid (6.0 mg/g) > histidine (4.2 mg/g) > alanine (1.2 mg/g) > serine (1.1 mg/g) > cysteine (1.0 mg/g) > tyrosine (0.2 mg/g)순으로 나타났다. 또한 총 아미노산에 대한 필수 아미노산 비율은 20%이었다.

**3.3. 유리당**

Fig. 3는 유채박의 유리당 조성의 결과이다. 여러 유리당 중에서 sucrose농도가 5.38%로 가장 높았고 arabinose (0.71%) > raffinose (0.45%) > glucose (0.34%) > fructose (0.21%)순으로 나타났다.

**3.4. 미네랄**

Table 1은 유채박의 미네랄 조성의 결과이며 칼륨 함량이 0.70%로 가장 높게 나타났고, 인은 0.62%으로 칼슘, 마그네슘의 경우는 0.3-0.4%범위였다. 그러나 황, 염소, 나트륨의 경우는 0.15% 이하로 나타났다. 또한 구리, 철, 망간, 몰리브덴, 아연의 경우는 아주 낮은 농도로 검출 되었다. Kim 등 [14]은 유채박의 발아전 유채박의 미네랄 함량은 인이 0.63%

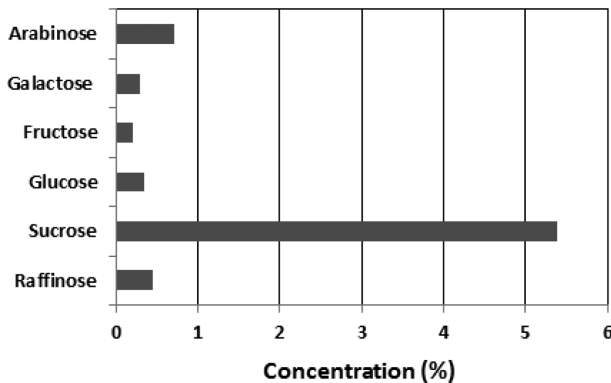


Fig. 3. Free sugar composition of rapeseed meal.

Table 1. Mineral composition of rapeseed meal

Mineral	Concentration
Ca (%)	0.34
P (%)	0.62
Na (%)	0.02
Cl (%)	0.10
K (%)	0.70
S (%)	0.15
Mg (%)	0.30
Cu (mg/kg)	5.10
Fe (mg/kg)	48.40
Mn (mg/kg)	15.20
Mo (mg/kg)	2.10
Zn (mg/kg)	35.61

Table 2. Vitamin concentration of rapeseed meal

Vitamin	Concentration (mg/kg)
Choline	459.11
Niacin	130.23
Tocopherol	25.61
Pantothenic acid	8.43
Pyridoxine	6.83
Riboflavin	4.21
Thiamin	3.82
Biotin	1.04
Folic acid	0.50

로 가장 높았고 칼슘 함량이 0.30%으로 다음 높게 나타났다고 보고 했다. 마그네슘은 0.26%이었으며 아연, 망간, 구리, 철등은 0.08% 이하로 나타났다고 보고 했다. 그러나 마그네슘 및 칼슘의 함량의 차이는 약간 있으나 칼륨 및 인의 함량은 거의 비슷한 결과로 나타났다. 이러한 차이는 품종 및 시료의 차이라고 사료 된다.

**3.5. 비타민**

Table 2는 유채박의 비타민 조성의 결과이다. 여러 비타민 중에서 choline의 농도가 459.1 mg/kg으로 가장 높았고 niacin (130.2 mg/kg) > tocopherol (25.6 mg/kg) > pantothenic acid (8.4 mg/kg) > pyridoxine (6.8 mg/kg) > riboflavin (4.2 mg/kg) > thiamin (3.8 mg/kg) > biotin (1.0 mg/kg) > folic acid (0.5 mg/kg) 순으로 나타났다.

**3.6. 지방산**

유채박의 지방산을 분석한 결과는 Table 3과 같다. 포화지방산 (saturated fatty acids, SFA) 총량은 5.2%이고 그 중에서 palmitic acid (3.1%)와 stearic acid (1.0%)이 가장 높게 나타났으며, arachidic acid, behenic acid 및 heptadecanoic acid 농도는 0.2-0.5%의 범위로 나타났다. myristic acid, pentadecanoic acid 및 lignoceric acid는 0.1%이하로 나타났다. 단불포화지방산 (monounsaturated fatty acid, MUFA) 총량은 40.6%로 나타났고 그 중에서 Oleic acid (36.7%)이 가장 높게 나타났으며, eicosenoic acid와 erucic acid 농도는 1.2-2.3%의 범위로 나타났다. Palmitoleic acid 및 nervonic acid 농도는 0.2%이하로 나타났다. 다불포화지방산 (polyunsaturated fatty acid, PUFA) 총량은 36.1%로 그 중에서 linoleic acid (16.2%)이 가장 높았으며, 그 다음으로 linolenic acid (15.8%)로 나타났다. 그러나 eicosadienoic acid 및 docosadienoic acid 농도는 0.1% 이하로 나타났다. PUFA/SFA 비율은 6.94%였고 MUFA/SFA 및 PUFA/MUFA 비율은 각각 7.8%와 0.98%였다. 그러나 PUFA + MUFA/SFA 비율은 14.55%였다. Kim 등 [14]은 유채박의 발아전 유채박의 지방산함량은 oleic acid, linoleic acid, 및 linolenic acid 농도가 24.6%, 10.6%, 9.3%로 각각 나타났다고 보고 했고 eicosenoic acid 및 erucic acid의 함량 경우는 각각 5%와 15.5%로 보고 했는데, 특히 eicosenoic acid 및 erucic acid의 함량의 결과는 상당한 차이가 있으며 이는

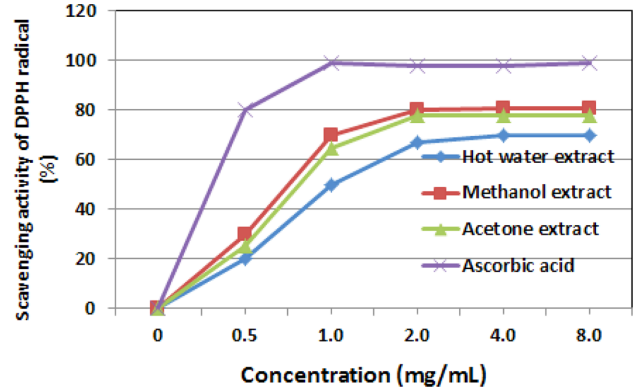
**Table 3.** Fatty acid composition of rapeseed meal

Fatty acid	Concentration (Relative, %)
Myristic acid	0.13
Pentadecanoic acid	0.02
Palmitic acid	3.14
Heptadecanoic acid	0.21
Stearic acid	1.03
Arachidic acid	0.50
Behenic acid	0.23
Lignoceric acid	0.14
Palmitoleic acid	0.21
Oleic acid	36.73
Eicosenoic acid	2.34
Erucic acid	1.20
Nervonic acid	0.23
Linoleic acid	16.21
Eicosadienoic acid	0.14
Docosadienoic acid	0.01
Linolenic acid	15.83

시료간의 차이에 기인한 것으로 생각된다.

**3.7. DPPH radical 소거능**

지질의 과산화 과정 중 만들어진 라디칼은 암, 동맥경화 등과 같은 많은 질병을 유발하며, 인체의 노화를 촉진시킨다 [15]. 천연물에 있는 페놀 화합물 및 플라보노이드 등은 이러한 라디칼에 수소를 공여하여 라디칼을 환원시키거나 상쇄함으로써 지질 산화를 억제할 수 있다. DPPH는 화합물내 질소 중심의 radical로 free radical의 안정화된 물질이다. 따라서 반응 중 DPPH의 감소는 free radical의 소거 반응이 진행되고 있음을 알 수 있고 지질과산화의 초기반응의 억제정도를 예측할 수 있다. DPPH는 free radical을 가지고 있는 수용성 물질로서 515-520 nm 부근에서 최대 흡광도를 가지며 항산화 활성이 있는 물질과 만나면 전자를 내어주며 radical이 소거되고 탈색된다. 이러한 DPPH는 dioxane이나 CCl<sub>4</sub>와 같은 비극성 용매에서는 2차, 3차 산화 반응이 일어나기도 하나 DPPH의 질소 원자와 alcohol에는 수소 결합이 형성되기 때문에 alcohol용액 내에서는 비교적 안정하다 [16]. 유채박 추출물의 항산화효과를 알아보기 위해 DPPH 라디칼 소거능을 측정 했고 그 결과는 Fig. 4와 같다. DPPH 라디칼 소거능은 추출물의 농도에 각각 비례 하였다. 특히 열수 추출물 농도가 0.5 mg/mL에서 4.0 mg/mL로 증가 할 경우 DPPH radical 소거능은 20.1%에서 70.3%로 증가하였다. 그러나 추출물 농도가 8.0mg/mL이상에서는 증가 하지않았다. 메탄올 추출물 농도가 0.5 mg/mL에서 2.0 mg/mL로 증가 할 경우 DPPH radical 소거능은 30.2%에서 80.4%로 증가하였다. 추출물 농도가 4.0 mg/mL이상에서는 증가 하지않았다. 아세톤 추출물 경우는 농도가 0.5 mg/mL에서 2.0 mg/mL로 증가 할 경우 DPPH radical 소거능은 25.7%에서 78.9%로 증가 하였다. 추출물 농도가 4.0 mg/mL이상에서는 증가 하지 않았다. 표준 물질인 ascorbic acid 1.0 mg/mL에서는 DPPH radical 소거능

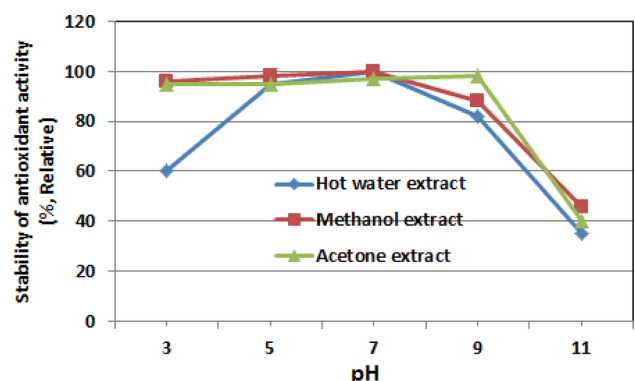


**Fig. 4.** Effect of extract extraction on scavenging activity of DPPH radical.

은 98.8%로 나타났다. 유채박의 메탄올 추출물(2.0 mg/mL) 및 아세톤 추출물(2.0 mg/mL)의 항산화 효과는 표준물질(1.0 mg/mL)에 비교해서 약 81.4%와 79.8%로 나타 났다. 이러한 결과는 유채박 메탄올 및 아세톤 추출물은 항산화 효과에 있어 화장품 원료로 가치가 있다고 사료 된다.

**3.8. pH 변화에 따른 항산화 효과**

대부분의 가공식품 제조에 pH는 품질 특성에 중요한 영향을 미친다. 특히 단백질의 용해도 및 추출수율에 영향을 미치며, 효소의 활성에도 관여 한다. 또한 저장성 및 색소 안정성에도 영향을 미쳐 안토시아닌계 색소의 경우 산성에서 적색 또는 청적색을 띄지만 알칼리를 첨가하게 되면 청록색으로 변하는 성질을 가지고 있다 [17]. 따라서 천연 항산화제를 가공식품에 적용할 때에는 천연물 자체의 pH가 고려되어야 한다. Fig. 5는 pH 변화에 따른 유채박 추출물의 항산화 효과이다. 추출물 농도는 2.0 mg/mL에서 pH 3-11범위에서 DPPH radical 소거능을 측정 하였다. methanol 및 acetone추출물의 pH 3-9 범위에서 안정한 결과가 나타났다. 그러나 pH 9에서 11로 증가 할 경우 항산화 효과는 약 40-50%가 감소했다. 열수 추출물의 경우에도, pH 3에서 항산화 효과는 약 40% 감소했고 그러나 pH 5-9 범위에서는 안정한 결과가 나타났다. 이상의 결과로 유채박의 메탄올 및 아세톤 추출물은 산성과 중성 상



**Fig. 5.** Effect of pH on the stability of antioxidant activity.

태에서는 안정했고 알칼리 상태에서는 불안정한 것으로 나타났다. 이 결과는 감초 에탄올 추출물에 pH 3, 5, 7 및 9로 처리한 결과, DPPH 라디칼 소거 활성이 알칼리 영역에서 감소하였으며 [18]. 오디 메탄올 추출물은 pH 3, 5, 7, 9 및 11로 처리 시 pH 9와 11 처리 구에서 지질산화가 촉진되었다고 보고한 결과와 비슷한 경향을 나타내었다 [19]. 또한 Koo 등 [20]의 연구에서 김 성분중의 하나인 porphyrane에 알칼리 처리 시 황산기의 함량이 감소하였다고 보고 하였다. 이와 같이 알칼리영역에서 항산화 활성의 감소는 해조류의 항산화능을 대표하는 물질인 황산기가 알칼리 처리에 의해 감소하였기 때문인 것으로 사료된다. 따라서 채종박 추출물을 기능성 식품 및 화장품 산업에 적용 시 알칼리 처리는 가급적 피하는 것이 좋을 것으로 사료된다.

### 3.9. 환원력

환원성 물질은 라디칼에 수소를 제공하거나 산소원자를 공여함으로써 활성 산소를 파괴하여 항산화능을 발휘하는 것으로 생체 내에서는 과산화물 또는 과산화물 전구체와 직접적으로 반응하여 과산화물 형성을 막음으로서 항산화능을 가지는 것으로 알려져 있다 [15]. 환원력은 시료 자체의 흡광도 수치로써 발색 정도가 높을수록 높은 환원력을 나타내며 특히 reductone의 존재와 관련이 있는데 이는 hydrogen 원자를 기부함으로써 free radical chain을 변환시키며 peroxide의 어떤 전구체와 반응하여 peroxide의 형성을 억제시킨다. 또한 환원력은 반응계에 첨가되는 시료의 농도나 추출 용매의 종류 및 시료의 특성에 따라 상이하다. 환원력은 항산화 활성과 밀접한 관련이 있는 것으로 알려져 있다. 그러므로 항산화 활성에 대한 중요한 인자로 작용한다 [16,17]. 유채박 추출물의 환원력 효과를 알아보기 위해 potassium ferricyanide 법을 사용하여 측정 했고 그 결과는 Fig. 6에 나타내었다. 열수 추출물 농도가 0.5 mg/mL에서 4.0 mg/mL로 증가 할 경우 환원력은 0.1 OD 700 nm에서 0.6 OD 700 nm으로 증가하였다. 그러나 8.0 mg/mL 이상에서는 증가 하지 않았다. 메탄올 추출물 농도가 0.5 mg/mL에서 4.0 mg/mL로 증가 할 경우 환원력은 0.2 OD 700 nm에서 0.7 OD 700 nm으로 증가 하였다. 추출물 농도가 4.0 mg/mL 이상에서는 증가 하지 않았다. 아세톤 추출물 경우는 농도가 0.5 mg/mL에서 4.0 mg/mL로 증

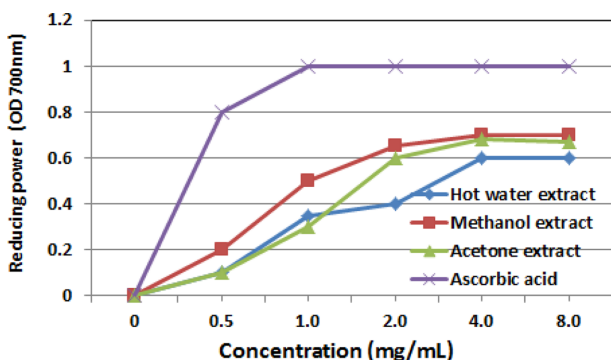


Fig. 6. Effect of extract concentration on reducing power.

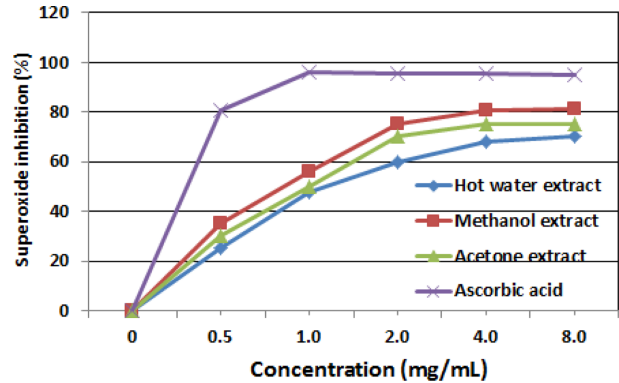


Fig. 7. Effect of extract concentration on superoxide inhibition.

가 할 경우 환원력은 0.1 OD 700 nm에서 0.68 OD 700 nm으로 증가 하였다. 추출물 농도가 4.0 mg/mL 이상에서는 증가 하지 않았다. 표준물질인 ascorbic acid 1.0 mg/mL에서는 환원력은 1.0 OD 700 nm였다. 이러한 결과는 메탄올 및 아세톤 추출물이 Fe<sup>3+</sup>/ferricyanide complex을 ferrous (Fe<sup>2+</sup>)로 환원시킬 수 있을 것으로 사료 된다.

### 3.10. Superoxide 억제 활성

유해산소라 불리는 활성산소 (reactive oxygen species)는 세포 생체막의 구성성분인 불포화 지방산을 공격하여 지질과산화 반응을 일으켜 체내에 과산화 지질을 축적하여 인체 기능을 저하시키고 색소침착, 노화 및 성인병 등의 여러 가지 질환을 유발한다고 알려져 있다 [19]. SOD (superoxide dismutase)는 생체 내에서 superoxide radical을 과산화수소로 전환시키는 역할을 하여 산화방지와 노화 억제에 밀접한 관계가 있다. Fig. 7은 유채박 추출물 농도에 따른 superoxide 억제활성의 결과이다. 대조군인 vitamin C가 95.5%의 억제활성을 나타내었으며, 추출물 농도 8.0 mg/mL에서 열수추출물은 70.2%, 메탄올 추출물은 81.4%, 아세톤 추출물은 75.2%의 superoxide 억제활성을 보였다. 특히 메탄올 추출물은 유의성 있는 superoxide 억제활성이 나타났다.

## 4. 결론

유채박을 화장품 원료로 활용하기 위해 일반 성분 분석 및 항산화 효과를 검토한 결과는 다음과 같다. 유채박의 아미노산은 17종을 함유하고 있으며 필수 아미노산 중에서 isoleucine (7.5 mg/g)이 가장 높았고 다른 아미노산 중에서 glutamic acid 농도가 28.4 mg/g로 가장 높았고 총 아미노산에 대한 필수 아미노산 비율은 20%로 나타났다. 미네랄 중에서 칼륨 (0.70%) 및 인 함량 (0.60%)로 가장 높게 나타났다. 포화지방산 총량은 5.2%로 palmitic acid (3.1%) 및 stearic acid (1.0%)가 가장 높았으며, monounsaturated fatty acid 총량은 40.6%로 나타났다 그 중에서 oleic acid이 36.7%로 가장 높았으며. Polyunsaturated fatty acid 총량은 36.1%로 그 중에서 linoleic



acid (16.2%)이 가장 높았다. 여러 추출물 중에서 메탄올 추출물이 DPPH radical 소거능이 가장 높았고 특히 메탄올 추출물 농도가 0.5 mg/mL에서 2.0 mg/mL로 증가 할 경우 DPPH radical 소거능은 30.2%에서 80.4%로 증가 하였다. 또한 유채박의 methanol 및 acetone 추출물은 산성과 중성 상태에서는 안정하였고 알카리 상태에서는 불안정 하는 것으로 나타났다. 환원력은 메탄올 및 아세톤 추출물이 환원력이 가장 높았고 특히 메탄올 추출물 농도가 0.5 mg/mL에서 4.0 mg/mL로 증가 할 경우 환원력은 0.2 OD 700 nm에서 0.7 OD 700 nm으로 증가하였다. 추출물 농도 8.0 mg/mL에서 열수 추출물은 70.2%, 메탄올 추출물은 81.4%, 아세톤 추출물은 75.2%의 superoxide 억제활성을 보였다. 이상의 결과는 유채박의 풍부한 단백질 및 아미노산 함량과 더불어 메탄올 및 아세톤 추출물의 탁월한 항산화활성은 추후 건강 보조 식품과 의약품, 화장품 개발 소재로서 가치가 있다고 사료 된다.

## REFERENCES

- Murakami, A., D.Takahashi, K. Koshimizu, and H. Ohigashi (2003) Synergistic suppression of superoxide and nitric oxide generation from inflammatory cells by combined food factors. *Mut. Res.* 523: 151-161.
- Bryan, D. W., J. Murnaghan, K. S. Jones, and S. R. Bowley (2000) Iron superoxide dismutase expression in *Transgenic Alfalfa* increases winter survival without a detectable increase in photosynthetic oxidative stress tolerance. *Plant Physiol.* 122: 1438-1472.
- Kim, J. Y., H. J. Yang, K. H. Lee, S. M. Jeon, Y. J. Ahn, B. R. Won, and S. N. Park (2007) Antioxidative and antiaging effects of Jeju native plant extracts. *J. Soci. Cosmetic Sci. Kor.* 33: 165-73.
- Decker, E. A (1997) Phenolics: prooxidants or antioxidants. *Nut. Rev.* 55: 396-407.
- Velioglu, Y. S., G. Mazza, L. Gao, and B. D. Oomah (1998) Antioxidant activity and total phenolics in selected fruits, vegetables, and grain products. *J. Agr. Food Chem.* 46: 4113-4117.
- Kim, J. H., S. J. Yoon, K. H. Lee, H. J. Kwon, S. S. Chun, T. W. Kim, and Y. J. Cho (2005) Screening of Biological Activities of the Extracts from Bisil. *J. Korean Soc. Appl. Biol. Chem.* 48: 173-177.
- Kim, S. J., D. H. Kweon, and J. H. Lee (2006) Investigation of antioxidative activity and stability of ethanol extracts of licorice root. *Kor. J. Food Sci. Tech.* 38: 584-588.
- Westbrook, C. K., C. V. Naik, O. Herbinet, W. J. Pitz, M. Mehl, S. M. Sarathy, and H. J. Curran (2011) Detailed chemical kinetic reaction mechanisms for soy and rapeseed biodiesel fuels. *Comb. Flame.* 158: 742-755.
- Yumiko, Y. S., Y. Wada, and A. Wsche (2008) Chemical composition, functional properties, and bioactivities of rapeseed protein isolates. *Food Chem.* 107: 32-39.
- A. O. A. C (1984) *Official methods of analysis*, pp.431-438, 14th ed., Association of official analytical chemists, Arlington, Virginia.
- Blois, M. S. (1958) Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nat.* 181: 1198-1200.
- Oyaizu, M. (1986) Studies on products of browning reaction: Antioxidative activities of products of browning reaction prepared from glucosamine. *Jpn J Nutr* 44: 307-315.
- Liu, F., V. E. C. Ooi, and S. T. Chang (1997) Free radical scavenging activities of mushroom polysaccharide extracts. *Life Sci.* 60: 763-771.
- Kim, I. S., T. B. Kwon, and S. I. Oh (1998) Study on the chemical change of general composition fatty acids and minerals of rapeseed during germination. *Kor. J. Food Sci. Technol.* 20: 188-193.
- Majid, H. R., P. R. Chang, B. Pegg, and R. T. Tyler (2009) Antioxidant capacity of bioactives extracted from canola meal by subcritical water, ethanolic and hot water extraction. *Food Chem.* 114: 717-726.
- Fu, H. Y. and D. E. Shieh (2002) Antioxidant and free radical scavenging activities of edible mushrooms. *J. Food Lipid.* 9: 35-46.
- Okuda, T., Y. Kimura, T. Yoshida, T. Hatano, H. Okuda, and S. Arichi (1983) Studies on the activity and related compounds from medicinal plants and drugs. *Chem. Pharmaceutical Bull.* 31: 1625-1631.
- Jeon, T. W., C. H. Jo, K. H. Kim, and M. W. Byun (2002) Inhibitory effect on tyrosinase and xanthine oxidase and nitrite scavenging activities of *Schizandrae Fructus* extract gamma irradiation. *Kor. J. Food Preser.* 9: 369-374.
- Carroll, E. C., B. Halliwell, E. T. Borish, W. Pryor, B. Ames, R. L. Saul, J. M. Mccord, and D. Harman (1987) Oxygen Radical and Human Diseases. *Anna. Interl Med.* 107: 526-545.
- Koo, J. G. and J. H. Park (1999) Chemical and gelling properties of alkali-modified porphyrin. *J. Kor. Fishies Soci.* 32: 271-275.